



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DEPARTAMENTO DE
FÍSICA

Programa de Pós-Graduação Profissional em Ensino de Física

**PROPOSTA DE UMA UEPS PARA DESENVOLVER OS TEMAS
DENSIDADE E PRESSÃO NO ENSINO MÉDIO**

Eduardo Conceição Fortaleza

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Sergipe no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Tiago Nery Ribeiro

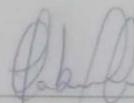
São Cristóvão/SE
Setembro de 2018

EDUARDO CONCEIÇÃO FORTALEZA

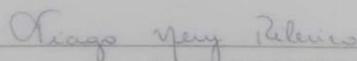
**PROPOSTA DE UMA UEPS PARA DESENVOLVER OS TEMAS
DENSIDADE E PRESSÃO NO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Profissional em Ensino de Física, da Universidade Federal de Sergipe como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

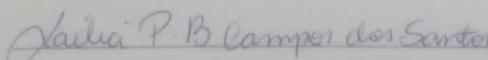
Banca Examinadora:



Profa. Dra. IRAMAIA JORGE CABRAL DE PAULO
(Universidade Federal de Mato Grosso)



Prof. Dr. TIAGO NERY RIBEIRO
Universidade Federal de Sergipe – Presidente)



Profa. Dra. LAELIA PUMILLA BOTELHO CAMPOS DOS SANTOS
(Universidade Federal de Sergipe)

São Cristóvão - SE

2018

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

Fortaleza, Eduardo Conceição
F736p Proposta de uma UEPS para desenvolver os temas
densidade e pressão no ensino médio / Eduardo Conceição
Fortaleza ; orientador Tiago Nery Ribeiro. – São Cristóvão,
2018.

121 f. : il.

Dissertação (mestrado Profissional de Ensino de Física) –
Universidade Federal de Sergipe, 2018.

1. Física. 2. Densidade. 3. Pressão. 4. Ensino médio. 5.
Aprendizagem. I. Ribeiro, Tiago Nery, orient. II. Título.

CDU 531.42

Dedico esta dissertação a todos aqueles que um dia me aconselharam e me impulsionaram a investir nesta jornada que é cursar um mestrado, pois passei por desafios grandiosos.

Agradecimentos

Primeiramente agradecer a Deus por me dar forças suficientes para cumprir minha jornada neste mestrado; à minha esposa pela compreensão nos momentos de ausência por conta do tempo empregado aos estudos; aos meus pais por torcerem e incentivarem meus estudos.

Agradecer imensamente à CAPES pelo apoio financeiro por meio da bolsa concedida.

Ao professor e orientador Tiago Nery pela paciência imprimida em auxiliar na realização dos trabalhos.

Aos alunos da turma por colaborarem prontamente à aplicação do produto educacional.

RESUMO

PROPOSTA DE UMA UEPS PARA DESENVOLVER OS TEMAS DENSIDADE E PRESSÃO NO ENSINO MÉDIO

Eduardo Conceição Fortaleza

Orientador:
Tiago Nery Ribeiro

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Sergipe no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

Esse trabalho propõe uma unidade de ensino seguindo os princípios da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) proposta por Moreira (2011), tendo como eixo norteador o ensino dos conteúdos densidade e pressão. O referencial teórico utilizado é o da Teoria da Aprendizagem Significativa. Os dados coletados a partir da aplicação da UEPS em sala de aula serão tratados numa abordagem qualitativa a partir da análise de estudo de caso da atividade proposta em seu contexto, de forma a determinar ou testar os elementos que definem um material potencialmente significativo, em uma turma de primeiro ano do ensino médio. Será realizado inicialmente um questionário inicial para identificação dos conhecimentos prévios dos estudantes. Em seguida, será realizada a elaboração e aplicação da UEPS em sala de aula e por último, será aplicado um questionário final para verificar indícios de aprendizagem significativa e evolução conceitual dos estudantes. Espera-se, a partir da aplicação da UEPS, identificar indícios de aprendizagem significativa dos estudantes durante todo o processo de ensino e aprendizagem.

Palavras-chave: Ensino de Física, Densidade e Pressão, Aprendizagem Significativa, UEPS.

São Cristóvão/SE
Setembro de 2018

ABSTRACT

PROPOSAL FOR A PMTU TO DEVELOP THE ISSUES DENSITY AND PRESSURE IN MIDDLE SCHOOL

Eduardo Conceição Fortaleza

Advisor: Tiago Nery Ribeiro

Master's Dissertation submitted to the Post-Graduation Program of the Federal University of Sergipe in the Professional Masters Course in Physics Teaching (MNPEF), as part of the requirements necessary to obtain the Master's Degree in Physics Teaching

This work proposes a Teaching Unit following the principles of the Potentially Meaningful Teaching Units (PMTU) proposed by Moreira (2011), having as a guiding axis the teaching of density and pressure content. The theoretical reference used is that of Significant Learning Theory. The data collected from the application of the PMTU in the classroom will be treated in a qualitative approach based on the case study analysis of the proposed activity in its context, in order to determine or test the elements that define a potentially significant material in a first year of high school. An initial questionnaire will be carried out initially to identify the students' previous knowledge. Next, the preparation and implementation of the PMTU in the classroom will be carried out and finally, a final questionnaire will be applied to verify signs of significant learning and conceptual evolution of the students. It is expected, from the implementation of the PMTU, to identify evidence of significant student learning throughout the teaching and learning process.

Keywords: Physics Teaching, Hydrostatic, Significant Learning, PMTU.

São Cristóvão/SE
September/2018

Sumário

Lista de Tabelas.....	1
Lista de Figuras.....	3
Lista de Quadro.....	4
<i>Capítulo 1 Introdução</i>	5
1.1 Cenário de física.....	5
1.2 Justificativa do produto	7
1.3 Questão foco	8
1.4 Objetivos Geral e Específico	8
<i>Capítulo 2 Referencial Teórico</i>	9
2.1 A teoria de aprendizagem significativa.....	9
2.2. O que é uma UEPS?.....	11
<i>Capítulo 3 Metodologia</i>	13
<i>Capítulo 4 Relatos e análises da aplicação da UEPS</i>	17
4.1 Aula 1: teste inicial.....	17
4.2 Aula 2: situação inicial	26
4.3 Aula 3: situação problema	31
4.4 Aula 4: exposição dialogada sobre densidade	37
4.5 Aula 5: exposição dialogada sobre pressão	52
4.6 Aula 6: nova situação problema	58
4.7 Aula 7: teste final.....	64
<i>Capítulo 5 Considerações Finais</i>	74
Referências Bibliográficas.....	77
Apêndice: UEPS caderno do professor.....	80

Lista de Tabelas

Tabela 1: Categoria das respostas dos alunos para a questão 1.....	19
Tabela 2: Categorias de respostas dos alunos ao item a) da questão 2.....	21
Tabela 3: Categorias de respostas dos alunos ao item b) da questão 2.....	21
Tabela 4: Categorias de respostas dos alunos ao item c) da questão 2.....	22
Tabela 5: Categorias de respostas dos alunos à questão 3.....	23
Tabela 6: Categorias de respostas dos alunos à questão 4.....	24
Tabela 7: Categorias de respostas dos alunos à questão 5.....	25
Tabela 8: Categorias de respostas dos alunos à questão 6.....	26
Tabela 9: Categorias de respostas dos alunos à questão 1.....	29
Tabela 10: Categorias de respostas dos alunos à questão 2.....	30
Tabela 11: Categorias de respostas dos alunos à questão 3.....	31
Tabela 12: Categorias de respostas dos alunos à pergunta 1.....	34
Tabela 13: Categorias de respostas dos alunos à pergunta 2.....	34
Tabela 14: Categorias de respostas dos alunos à pergunta 3.....	34
Tabela 15: Categorias de respostas dos alunos à pergunta 1.....	40
Tabela 16: Categorias de respostas dos alunos à pergunta 2.....	40
Tabela 17: Categorias de respostas dos alunos à pergunta 3.....	41
Tabela 18: relação de objetos, tipos de água e resposta dos alunos sobre o afunda ou flutua.....	43
Tabela 19: Categorias de respostas dos alunos ao afunda ou flutua.....	43
Tabela 20: Categorias de respostas dos alunos questão 1 sobre três líquidos não miscíveis.....	45
Tabela 21: Categorias de respostas dos alunos questão 1 do exercício de fixação I.....	47
Tabela 22: Categorias de respostas dos alunos questão 2 do exercício de fixação I.....	48
Tabela 23: Categorias de respostas dos alunos questão 3 do exercício de fixação I.....	49
Tabela 24: Categorias de respostas dos alunos questão 4 do exercício de fixação I.....	50
Tabela 25: Categorias de respostas dos alunos questão 5 do exercício de fixação I.....	50
Tabela 26: Categorias de respostas dos alunos sobre afundar em areia movediça.....	53
Tabela 27: Categorias de respostas dos alunos da questão 1 do exercício de fixação II.....	55
Tabela 28: Categorias de respostas dos alunos da questão 2 do exercício de fixação II.....	55
Tabela 29: Categorias de respostas dos alunos da questão 3 do exercício de fixação II.....	56
Tabela 30: Categorias de respostas dos alunos da questão 4 do exercício de fixação II.....	57
Tabela 31: Categorias de respostas dos alunos sobre a relação entre altitude e quantidade de ar em La Paz.....	61
Tabela 32: Categorias de respostas dos alunos sobre a pergunta 1 do questionário	

sobre o texto dos efeitos da altitude no corpo humano.....	61
Tabela 33: Categorias de respostas dos alunos sobre a pergunta 2 do questionário sobre o texto dos efeitos da altitude no corpo humano.....	62
Tabela 34: Categorias de respostas dos alunos sobre a pergunta 3 do questionário sobre o texto dos efeitos da altitude no corpo humano.....	63
Tabela 35: Categorias de respostas dos alunos da questão 1 do teste final.....	65
Tabela 36: Categorias de respostas dos alunos da questão 2 do teste final.....	66
Tabela 37: Categorias de respostas dos alunos da questão 3 do teste final.....	67
Tabela 38: Categorias de respostas dos alunos da questão 4 do teste final.....	68
Tabela 39: Categorias de respostas dos alunos da questão 5 do teste final.....	69
Tabela 40: Categorias de respostas dos alunos da questão 6 do teste final.....	70
Tabela 41: Categorias de respostas dos alunos da questão 7 do teste final.....	71
Tabela 42: Categorias de respostas dos alunos da questão 8, quesito a) do teste final.....	72
Tabela 43: Categorias de respostas dos alunos da questão 8, quesito b) do teste final.....	72
Tabela 44: Categorias de respostas dos alunos da questão 8, quesito c) do teste final.....	72
Tabela 45: Categorias de respostas dos alunos da questão 8, quesito d) do teste final.....	73
Tabela 46: Categorias e médias percentuais em Teste Inicial.....	74
Tabela 47: Categorias e médias percentuais em UEPS.....	74
Tabela 48: Categorias e médias percentuais em Teste Final.....	75

Lista de Figuras

Figura 1 – Turma de aplicação da UEPS respondendo questionário inicial.....	17
Figura 2 - Pescador lançando rede no Rio São Francisco.....	27
Figura 3-Agência Nacional de Águas (ANA) e Cia. De San.de Alagoas (CASAL).....	28
Figura 4 - Faquir em cama de pregos.....	32
Figura 5 - Imagem da Google adaptada no Paint: confecção da mão de pregos.....	33
Figura 6 – Materiais de baixo custo para experimento sobre pressão 1.....	33
Figura 7 - Materiais de baixo custo para experimento sobre pressão 2.....	36
Figura 8 – Aplicação de experimento da tábua de prego (pressão).....	36
Figura 9 - Materiais de baixo custo para experimento sobre densidade.....	44
Figura 10 - Situação de afunda ou não em areia movediça.....	52

Lista de quadros

Quadro 1: questão 1 do teste inicial.....	18
Quadro 2: questão 2 do teste inicial.....	20
Quadro 3: questão 3 do teste inicial.....	23
Quadro 4: questão 4 do teste inicial.....	23
Quadro 5: questão 5 do teste inicial.....	24
Quadro 6: questão 6 do teste inicial.....	25
Quadro 7: questão 1 do texto sobre invasão das águas do mar no Rio São Francisco.....	29
Quadro 8: questão 2 do texto sobre invasão das águas do mar no Rio São Francisco.....	30
Quadro 9: questão 3 do texto sobre invasão das águas do mar no Rio São Francisco.....	30
Quadro 10: perguntas 1, 2 e 3 do texto sobre a cama de pregos do faquir.....	33
Quadro 11: perguntas 1, 2 e 3 do texto sobre o cordel.....	40
Quadro 12: questão 1 sobre três líquidos não miscíveis.....	45
Quadro 13: questão 1 do exercício de fixação I.....	46
Quadro 14: questão 2 do exercício de fixação I.....	47
Quadro 15: questão 3 do exercício de fixação I.....	48
Quadro 16: questão 4 do exercício de fixação I.....	49
Quadro 17: questão 5 do exercício de fixação I.....	50
Quadro 18: pergunta 1 sobre afunda ou não em areia movediça.....	53
Quadro 19: pergunta 1 do exercício de fixação II.....	54
Quadro 20: pergunta 2 do exercício de fixação II.....	55
Quadro 21: pergunta 3 do exercício de fixação II.....	56
Quadro 22: pergunta 4 do exercício de fixação II.....	57
Quadro 23: pergunta sobre a relação entre altitude e quantidade de ar em La Paz.....	60
Quadro 24: pergunta 1 do questionário do texto sobre os efeitos da altitude no corpo humano.....	61
Quadro 25: pergunta 2 do questionário do texto sobre os efeitos da altitude no corpo humano.....	62
Quadro 26: pergunta 3 do questionário sobre o texto dos efeitos da altitude no corpo humano.....	62
Quadro 27: pergunta 1 do teste final.....	64
Quadro 28: pergunta 2 do teste final.....	65
Quadro 29: pergunta 3 do teste final.....	66
Quadro 30: pergunta 4 do teste final.....	68
Quadro 31: pergunta 5 do teste final.....	69
Quadro 32: pergunta 6 do teste final.....	70
Quadro 33: pergunta 7 do teste final.....	70
Quadro 34: pergunta 8 do teste final.....	71

Capítulo 1– Introdução

1.1. Cenário no ensino de física

O ensino de física vem sendo discutido nos variados cursos de graduação e pós-graduação no que concerne a qualidade do processo de ensino e aprendizagem. A busca por metodologias de ensino que o tornem mais significativo tem sido a tônica do nosso cotidiano escolar, não obstante a isso, essa dissertação vem tratar de uma unidade de ensino que tenha por objetivo proporcionar uma melhora no processo educacional no ensino médio. Essa busca vem de meados do século XX. No texto do GASPAR, ele ressalta sobre:

“Uma das primeiras iniciativas de pensar e efetivar um ensino de física atualizado, motivador e eficiente foi o projeto do PSSC (Physical Science Study Committee). Criado nos EUA, em 1956, sob o patrocínio da National Science Foundation, o projeto inseriu-se em uma ampla mobilização nacional resultante do profundo impacto causado na época pelo lançamento do Sputnik¹ I, primeiro satélite artificial da Terra.” (GASPAR, 2011, p. 2)

Em nossa prática escolar, podemos observar duas situações que tem o potencial de prejudicar o desempenho escolar dos estudantes em física no ensino médio: a infraestrutura escolar e metodologias didático-pedagógicas. No que se refere à primeira, a partir de dados do Censo Escolar (2016), o laboratório de ciências está presente em apenas 25,2% das escolas públicas de ensino fundamental e 51,3% de ensino médio.

Dessa forma podemos vislumbrar um número reduzido ou até inexistente de práticas experimentais no cotidiano escolar por ausência de estrutura laboratorial adequada e condições de ensino e tempo nas salas de aula com o mínimo necessário à prática docente, o que interfere negativamente nas demonstrações de alguns fenômenos físicos, tão necessários a assimilação dos conteúdos. Com relação às metodologias pedagógicas, notamos que os conceitos são pouco trabalhados e as aplicações ainda são pautadas em fórmulas nas quais se norteia exclusivamente o aspecto matemático da física, ocasionando que os conceitos científicos são deixados à

¹ **Sputnik** (Спутник - *Satélite*) foi o nome do programa que produziu a primeira série de satélites artificiais soviéticos, concebida para estudar as capacidades de lançamento de cargas úteis para o espaço e para estudar os efeitos da ausência de peso e da radiação sobre os organismos vivos. Serviu também para estudar as propriedades da superfície terrestre com vista à preparação do primeiro voo espacial tripulado. *Fonte:* <https://pt.wikipedia.org/wiki/Sputnik>

margem e descaracterizados no processo histórico e epistemológico de sua elaboração, permitindo ao estudante um instrumento puramente de cálculo, o que não contribui em nada para um aprendizado que seja potencialmente significativo.

Dessa forma, faz-se necessário optarmos por um processo de ensino e aprendizagem que esteja preocupado e focado na figura de um estudante que seja sujeito da sua própria ação, um estudante mais crítico, racional e ativo na utilização da física como ciência e a sua funcionalidade na sociedade contemporânea.

Em nossa prática pedagógica observamos que a aprendizagem se dá cada vez mais distante de um ambiente escolar no qual exista um ambiente concreto, histórico, social e cultural. Talvez o processo de ensino e de aprendizagem mais difícil de ser implantando seja aquele que utilizamos a realidade do aluno, do seu cotidiano, da sua cultura, do seu contexto social e econômico.

As manifestações culturais de um povo demonstram um mundo de possibilidades que, para o ensino de Física, pode vislumbrar um território de riscos e ousadias na proposta pedagógica de unidades de ensino que pressupõe uma atividade docente para a produção de conhecimentos que favoreça, as leituras e as mudanças da realidade. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) veem a Física com uma disciplina que,

Apresenta-se como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos. Isso implica, também, na introdução à linguagem própria da Física, que faz uso de conceitos e terminologia bem definidos, além de suas formas de expressão, que envolvem, muitas vezes, tabelas, gráficos ou relações matemáticas. Ao mesmo tempo, a Física deve vir a ser reconhecida como um processo cuja construção ocorreu ao longo da história da humanidade, impregnado de contribuições culturais, econômicas e sociais, que vem resultando no desenvolvimento de diferentes tecnologias e, por sua vez, por elas impulsionado. (BRASIL, PCN+, 2004, p. 59).

Dessa forma, a física e seus conteúdos, em destaque neste trabalho os temas densidade e pressão, são frutos do tempo e de significativa importância ao serem abrangidos no âmbito escolar, no tocante à compreensão de mundo.

1.2. Justificativa do Produto

O presente produto propõe uma alternativa de aprendizagem que tenha o potencial de oferecer maior motivação e interesse por parte dos estudantes no processo de aprendizagem, sendo que este possibilita metodologias que se diferenciem das tradicionais aulas de física, baseadas em cálculos, fórmulas e memorizações de conceitos.

Partindo do pressuposto de que o autor deste trabalho exerce sua profissão como professor de física nos últimos dez anos em escolas públicas e privadas, a partir das vivências no cotidiano de sala de aula, resolvemos trabalhar uma proposta de uma sequência de ensino que esteja fundamentada à luz da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e na Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) do Marco Antônio Moreira.

Sobre a escolha do tema, cotidianamente lidamos todos os dias com situações que necessitem do conhecimento sobre pressão e densidade, como por exemplo: amolar objetos cortantes, composição de substâncias não miscíveis, maquinários da indústria que trabalha pneumicamente, manipulação de medicamentos, entre tantas outras situações para os temas abordados.

A densidade e a pressão são conteúdos que na física do ensino médio são ofertados para os estudantes, segundo os currículos atuais, no final do primeiro ano do ensino médio, ocasionando algumas vezes a ausência desses temas, uma vez que os professores costumam justificar a ausência de tempo hábil para cumprir o conteúdo programático de forma satisfatória.

Buscamos, assim, um material de ensino que seja acessível ao professor, que valorize o aspecto inovador do processo de ensino e aprendizagem na contemporaneidade e que tenha significado para o aprendiz, Novak ressalta o caráter capacitador da aprendizagem significativa:

O conhecimento que se apreende significativamente, que se constrói a partir de uma união das ações, sentimentos e pensamento consciente, é um conhecimento que se controla. Pense-se em qualquer área de conhecimento onde se consegue relacionar o que sabe com a forma como esse conhecimento funciona, para compreender o sentido da experiência nessa área, e ter-se-á um exemplo de conhecimento apreendido significativamente. (NOVAK, 2000, p.31)

A UEPS é uma metodologia que tem o potencial de oferecer para o estudante um novo olhar sobre a física e a sala de aula. MOREIRA (2011) propõe na filosofia da UEPS que

“só há ensino quando há aprendizagem e esta deve ser significativa; ensino é o meio, aprendizagem significativa é o fim; materiais de ensino que busquem essa aprendizagem devem ser potencialmente significativos”.

1.3. Questão Foco

Será possível ensinar o conteúdo de densidade e pressão utilizando materiais educativos norteados a partir de uma metodologia diferenciada e significativa para o aprendiz? As unidades de ensino potencialmente significativas podem se tornar um material pedagógico com o potencial de evolução conceitual do aprendiz?

1.4. Objetivos Geral e Específico

Nesse trabalho tivemos por objetivo geral elaborar uma sequência de ensino seguindo os passos da UEPS, tendo como eixo norteador o ensino dos conceitos de densidade e pressão, a partir de elementos inseridos no cotidiano do estudante de ensino médio, buscando um material de ensino que seja acessível ao professor, que valorize o aspecto inovador do processo de ensino e aprendizagem na contemporaneidade e que tenha significado para o aprendiz.

Também teremos os seguintes objetivos específicos:

- Identificação de conhecimentos prévios dos estudantes acerca dos conteúdos densidade e pressão de modo a auxiliar à elaboração de uma UEPS;
- Identificar evidências de aprendizagem significativa dos conceitos dos conteúdos densidade e pressão por parte dos estudantes a partir da aplicação da UEPS;
- Elaborar um material de ensino que possa ser utilizado em aulas de física no ensino médio com o intuito de oportunizar interesse do aluno em aprender e satisfação do professor em mediar o processo de ensino e aprendizagem.

Capítulo 2- Fundamentos Teóricos

2.1. A teoria de aprendizagem significativa

A partir das modificações do ensino médio no Brasil estabelecidas pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) de 1996, regulamentada em 1998 pelas Diretrizes do Conselho Nacional de Educação e pelos Parâmetros Curriculares Nacionais:

A reformulação do ensino médio e as áreas do conhecimento procurou atender a uma reconhecida necessidade de atualização da educação brasileira, tanto para impulsionar uma democratização social e cultural mais efetiva pela ampliação da parcela da juventude brasileira que completa a educação básica, como para responder a desafios impostos por processos globais, que têm excluído da vida econômica os trabalhadores não-qualificados, por conta da formação exigida de todos os partícipes do sistema de produção e de serviços (BRASIL, 2003, p. 2)²

Assim, na busca de uma educação inovadora e que seja significativa para todos os partícipes do processo de ensino e aprendizagem faz-se necessário uma discussão sobre a utilização de estratégias e metodologias de ensino adequadas, nas quais acreditamos que só terá efeito caso estejam ancoradas em uma teoria de aprendizagem.

Sendo isto posto, resolvemos adotar como referencial teórico para esse trabalho a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel referenciada nos trabalhos do Novak e da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa do Moreira, por acreditarmos ser uma teoria que, a partir dos conhecimentos prévios ancorados na estrutura cognitiva do aprendiz, pode tornar-se uma alternativa para elaboração de uma sequência de ensino que possa gerar um diálogo entre o conteúdo e as questões sociais e culturais dos mesmos.

Acreditamos na aprendizagem significativa pois concordamos quando Novak (2000, p. 13) cita que ela é uma aprendizagem subjacente à integração construtiva do pensamento, dos sentimentos e das ações que levam à capacitação humana quanto ao compromisso e à responsabilidade. Ou seja, o estudante deve agregar significado naquele conhecimento que escolheu aprender significativamente, para sua vivência, de forma que envolva seus sentidos. De acordo com Novak

² Fonte: http://www.sbfisica.org.br/arquivos/PCN_CNMT.pdf

A construção de significados envolve o pensamento, o sentimento e a ação, e todos estes três aspectos devem ser integrados na nova aprendizagem significativa e, especialmente, na criação de novos conhecimentos. (NOVAK, 2000, p. 9):

Assim, segundo o autor, a aprendizagem significativa dá-se quando o aluno escolhe relacionar novas informações com as ideias que já conhece. (NOVAK, 2000, p. 19), envolvendo a interação que ocorre entre uma nova informação e a estrutura cognitiva do aprendiz a partir de um conhecimento específico, que Ausubel define como subsunção³, que nada mais é do que um conhecimento prévio, um conceito, ou até uma proposição pré-existente na estrutura cognitiva do aprendiz.

Porém, o ato de aprender, de educar, é algo complexo, como define Novak em sua tese de 1977:

A Educação, em qualquer âmbito, é um esforço humano muito complexo; existem mais formas de fazer mudanças que serão prejudiciais ou de pouco valor, do que formas de fazer melhoramentos construtivos na educação. (NOVAK, 1977, p. 8)

Assim, como os conhecimentos prévios são necessários para um melhor aprendizado de novos conhecimentos, a aprendizagem significativa requer alguns requisitos necessários à sua aplicação com eficácia. De acordo com o Novak:

1. Conhecimentos anteriores relevantes: ou seja, o formando deve saber algumas informações que se relacionem com as novas, a serem apreendidas de forma não trivial.
2. Material significativo: ou seja, os conhecimentos a serem apreendidos devem ser relevantes para outros conhecimentos e devem conter conceitos e proposições significativos.
3. O formando deve escolher aprender significativamente. Ou seja, o formando deve escolher, consciente e intencionalmente, relacionar os novos conhecimentos com outros que já conhece de forma não trivial. (NOVAK, 2000, p. 19).

³ “Moreira discorre sobre subsunção como “um conhecimento estabelecido na estrutura cognitiva do sujeito que aprende e que permite, por interação, dar significado a outros conhecimentos. Não é conveniente “coisificá-lo”, “materializá-lo” como um conceito, por exemplo. O subsunção pode ser também uma concepção, um construto, uma proposição, uma representação, um modelo, enfim um conhecimento prévio especificamente relevante para a aprendizagem significativa de determinados novos conhecimentos.” (Moreira, 2012, p.4)

2.2. O que é uma UEPS?

Na busca por metodologias que busquem o aprendizado significativo, Ribeiro (2015) explica que “qualquer sistema educacional deve estar alicerçado no estímulo constante para o desenvolvimento de motivações e de interesses através de um processo de ensino e aprendizagem por excelência provocativo, significativo e apropriado à construção do conhecimento pelo indivíduo.”

Ao propor a construção da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, Moreira propôs objetivo, filosofia, marco teórico, princípios, aspectos sequenciais, diagramas e aspectos transversais que norteiam a elaboração deste instrumento metodológico. No objetivo da UEPS, ele propõe “desenvolver unidades de ensino potencialmente facilitadoras da aprendizagem significativa de tópicos específicos de conhecimento declarativo e/ou procedimental.”

Na elaboração da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, é de suma importância seguir alguns passos para uma boa elaboração e, conseqüentemente, exitosa aplicação e resultados. O detalhamento de como serão as etapas dessa UEPS definidas por Moreira (2011, p. 45 - 46) são:

(1) definir o tema a ser trabalhado na UEPS, identificando aspectos procedimentais, tais como os aceitos no contexto da disciplina;

(2) Aplicação de um questionário inicial, buscando identificar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca do tema.

(3) criar e/ou propor situações que possam oportunizar, a partir da identificação dos conhecimentos prévios relevantes da estrutura cognitiva dos alunos, o passo inicial para obtenção de uma aprendizagem significativa;

(4) uma exposição dialogada do tema que compõem a unidade de ensino da hidrostática de forma a apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em consideração a diferenciação progressiva.

(5) retomar aspectos mais gerais sobre o tema em conjunto com a turma para sintetizar os conceitos e equações aprendidos, culminando no que seria um construto de conhecimentos sobre todos os tópicos abordados, propondo o conhecimento de um maior nível de complexidade colocando novos exemplos e destacando semelhanças e diferenças em relação à primeira apresentação;

(6) concluir a unidade retomando as características mais relevantes do conteúdo em questão buscando a reconciliação integrativa;

(7) realizar a avaliação da aprendizagem a partir da UEPS.

Portanto, a proposta de UEPS é bem amparada em termos teóricos, filosóficos, educacionais, entre outros que se fazem necessário ao planejamento, execução e análise de resultados.

Capítulo 3 - Metodologia

Pesquisa de caráter qualitativo – pois o instrumento aplicado (UEPS) analisa a qualidade no aprendizado dos discentes - no qual foi realizado um *estudo de caso*⁴ acerca da elaboração e aplicação de uma unidade de ensino potencialmente significativa – UEPS – sobre os conceitos de densidade e pressão em uma turma de 30 estudantes do segundo ano do ensino médio de uma escola pública da rede estadual, localizada no município de Lagarto, no estado de Sergipe.

O Colégio Estadual Professor Abelardo Romero Dantas, situado na cidade de Lagarto, estado de Sergipe, localiza-se no centro do município, abrangendo a clientela de suas proximidades, além de estudantes de bairros mais distantes, de distritos – popularmente chamados de povoados – e até de algumas cidades circunvizinhas. Isso se deve ao fato de que o colégio tem um histórico de instituição séria e atuante numa educação de qualidade, que no passado recebeu pessoas que emergiram no cenário municipal e até estadual; há exemplo de médicos, advogados, poetas e de literários fazendo parte da academia de letras do município.

O quadro de professores de física da escola conta com 4 profissionais, sendo dois do quadro suplementar – contratados – e mais 2 do quadro permanente, nestes inclui-se o autor desta dissertação. A carga horária disponível para física é de 3 aulas semanais, com uma aula quinzenal especificamente para laboratórios, para as turmas do primeiro ano da modalidade ensino médio integral e apenas duas aulas semanais, sem aulas específicas de laboratórios, para os alunos de segundos e terceiros anos da modalidade ensino médio regular. A instituição não dispõe de aparato físico para esta disciplina, ficando a cargo de professores e alunos a busca por materiais de baixo custo para a confecção de experimentos que possibilitem estas aulas.

Sobre o sistema de notificação quantitativo, o colégio analisa as notas, dos alunos na modalidade ensino médio regular, da seguinte maneira: atividade valendo 4.0 pontos, onde ficava por conta de cada docente aplicar atividades das mais diversas ao seu critério; avaliação

⁴ **Caso de estudo** ou **estudo de caso** são expressões sinônimas que designam um método da abordagem de investigação em ciências sociais simples ou aplicadas (...). Caracteriza-se por descrever um evento ou caso de uma forma longitudinal. O caso consiste geralmente no estudo aprofundado de uma unidade individual, tal como: uma pessoa, um grupo de pessoas, uma instituição, um evento cultural, etc. Quanto ao tipo de casos estudo, estes podem ser exploratórios, descritivos, ou explanatórios (Yin, 1993). Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Caso_de_estudo

valendo 6.0 pontos, de caráter objetiva ou subjetiva. Com relação à média, a escola trabalha com média 5.0, podendo o aluno fazer uma recuperação paralela, caso fique abaixo da média.

No final do ano, na terceira unidade, o governo do estado, no âmbito da Secretaria de Estado da Educação, por meio de portarias N° 6864/2017 de 02 de Agosto de 2017 e N° 1643/2017 de 02 de Março de 2017 estabelece as diretrizes e disposição de normas para a Implantação do Programa de Intensificação da Aprendizagem para Alunos com Baixo Desempenho Escolar, e providências correlatas) e da portaria N° 1643/2017 de 02 de Março de 2017 - (Disposição sobre normas de Implantação do programa de Intensificação da Aprendizagem para alunos com baixo desempenho escolar, que permite ao aluno com médio geral – nota de atividades mais nota de prova – menor do que 6.0 a fazer alguma atividade que possa intensificar sua aprendizagem em determinados conteúdos não compreendidos ao longo da unidade.

A estrutura de sala de aula dispõe de quadro branco e de giz, sendo que predomina o uso do pincel piloto, climatização em todas as salas, aparato de multimídia como data show, aparelho de DVD, TV de LED, todos estes equipados no momento da aula, não existindo uma sala multimídia já disponível.

Com relação à estrutura do prédio, tem-se estacionamento, praça, área arborizada, dois blocos para sala de aula, um bloco com dois laboratórios – física/matemática e biologia/química – e diversas salas a serem aproveitadas, um bloco administrativo – direção, coordenação, secretaria, biblioteca, uma área de recreação, onde se realiza as refeições junto ao refeitório, palco para eventos, sala fotocopadora, sala de professores sala de informática em processo de implementação e uma quadra poliesportiva ainda em construção.

A pretensão deste produto é inserir no ensino de física para estudantes do ensino médio uma material didática desenvolvido com o objetivo de oportunizar uma aprendizagem significativa de conceitos dos conteúdos densidade e pressão, a partir da elaboração de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) proposta por Moreira (2011), buscando um material que seja acessível ao professor, que valorize o aspecto inovador do processo de ensino e aprendizagem na contemporaneidade e que tenha significado para os discentes.

Os dados coletados a partir da aplicação da UEPS em sala de aula serão tratados numa abordagem qualitativa a partir da análise de estudo de caso da atividade proposta em seu

contexto, de forma a determinar ou testar os elementos que definem um material potencialmente significativo.

A escolha se justifica pelo fato de, conforme Yin (2001, pg.19), o estudo de caso “é uma estratégia de pesquisa que compreende um método que abrange tudo em abordagens específicas de coletas e análise de dados.” De acordo com os passos da UEPS, num primeiro momento será realizado um questionário inicial para identificação dos conhecimentos prévios dos estudantes. Em seguida, será realizado a elaboração de UEPS segundo os princípios da Teoria de Aprendizagem Significativa. E por último, será aplicado um questionário final para verificar evidências de aprendizagem e evolução conceitual dos estudantes.

O produto que este trabalho pretende elaborar deve seguir alguns “passos” para que se obtenha uma aplicação, coleta e tratamento de resultados mais próxima do qualitativo que se possa.

Segundo Moreira (2011, p. 4), a UEPS será considerada eficiente quando, durante a avaliação de desempenho dos alunos, proporcionar indícios de uma aprendizagem significativa, caracterizada por elementos como: melhor captação de significados, compreensão de conceitos, melhor capacidade de explicação, relacionar conceitos, aplicar o conhecimento adquirido para resolver situações-problema.

A escolha da escola antes citada leva em conta a minha lotação ser nesta unidade escolar, facilitando o trabalho que será proposto junto à equipe diretiva que auxiliará no que for necessário ao andamento da aplicação do produto educacional aqui relatado.

A coleta de dados acontecerá da seguinte forma:

(1) Questionário inicial para identificação de conhecimentos prévios dos estudantes:

- a) Abordar junto a turma a aplicação deste produto educacional e seus objetivos para o professor e para a turma;
- b) Aplicar um teste inicial para analisar os conhecimentos prévios;

(2) Aplicação da UEPS em sala de aula:

- a) Situação inicial: aplicar texto, questionário e realizar discussão acerca do conceito de densidade;
- b) Situação problema: abordar texto, questionários e experimento sobre pressão;
- c) Exposição dialogada sobre densidade: abordando mais aprofundadamente, o conceito de densidade será inserido num novo texto – cordel da física, junto com novo questionário, um experimento chamado “afunda ou flutua” e exposição do conteúdo densidade;
- d) Exposição dialogada sobre pressão: assim como no item anterior, o conceito de pressão terá uma abordagem aprofundada, com uma figura que leva os alunos a repensarem sobre pressão e suas variáveis – força e área, além de questionário e exposição do conteúdo abordado nesta etapa;

(3) Questionário final para identificação de evolução conceitual:

- a) Aplicação do teste final;
- b) Categorização de respostas dadas;
- c) Análise das respostas obtidas;

Capítulo 4 - Relato e Análises da Aplicação da UEPS

4.1. Questionário Inicial

Na aplicação do questionário inicial para verificação de conhecimentos prévios existentes em cada discente da turma – ver figura 1, eles se mostraram inquietos com a problemática de ter que resolver um exercício de um assunto do qual eles não haviam estudado antes. Mas expliquei que respondessem de acordo com suas experiências de vida, de cotidiano, pois teriam algo a acrescentar àquele trabalho acadêmico. Também ficou determinado que não pusessem os nomes nos materiais que viessem a ser entregues, evitando a identificação dos discentes.

Figura 1 – Turma de aplicação da UEPS respondendo questionário inicial.



Fonte: os autores

Depois de esclarecido as dúvidas com relação a aplicação do questionário, o mesmo foi aplicado num tempo de 50 minutos, a duração de uma aula. As respostas obtidas e a análise delas serão apresentadas a seguir; todas as questões e respostas foram obtidas na aplicação.

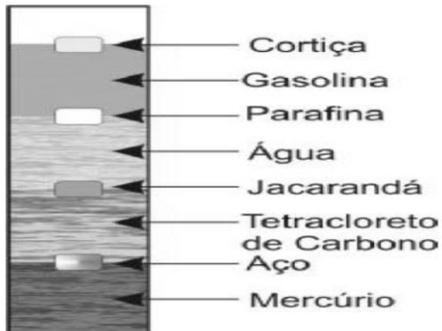
O questionário foi apresentado e analisado por um grupo de 5 professores de física, em regência de classe, para que pudessem verificar parâmetros como coerência, coesão e adequação das questões para que pudessem ser aplicadas. Os docentes envolvidos propuseram alterações e sugestões que foram prontamente atendidas.

Segue abaixo o questionário com perguntas e respostas, de cada aluno. Para facilitar a visualização e saber de imediato os índices de acertos, erros, número total de alunos e percentuais, elegemos categorias de respostas acerca do discurso dos discentes sobre os temas em questão.

Para o teste inicial, a turma de um total de 35 alunos, apenas participaram uma média de 27 alunos, sendo que em alguns dias essa quantidade oscilava para menos, chegando um mínimo de 24 alunos. Isso será observado na análise e categorização de cada questão, não só do teste inicial, mas também na UEPS e no teste final.

Quadro 1: questão 1 do teste inicial

1 - (ANDRADE, RIVED, UFPB, 2006). Observe a figura 7 logo abaixo da questão. Sabe-se que as diferenças de densidades entre sólido e/ou líquido em um mesmo espaço (recipiente) permite mostrar que o menos denso ascende (soboe) e o mais denso desce. Então, a partir da figura acima, responda:



- Qual o líquido mais denso?
- Qual o líquido menos denso?
- Qual sólido mais denso?
- Qual o sólido menos denso?
- Quais as substâncias mais densas que a água?
- Quais as substâncias menos densas que a água?

Para esta questão, obtivemos as respostas de 24 alunos num total, sendo que as respostas de cada item desta pergunta são:

Tabela 1: Categoria das respostas dos alunos para a questão 1

CATEGORIA	ACERTOS	ERROS	ACERTOS (%)
a) Mercúrio	11	13	45,8
b) Gasolina	18	7	75,0
c) Aço	12	12	50,0
d) Cortiça	15	9	62,5
e) Tetracloreto de Carbono, mercúrio, jacarandá e aço	9	12	37,5
f) Gasolina, cortiça, parafina	11	13	50,0

Fonte: Os autores

Dentro das respostas obtidas no item a), há algumas observâncias:

- Dos alunos que responderam, 11 deles responderam corretamente que o mercúrio é o líquido mais denso, porém, 12 deles atribuíram a água ter a maior densidade entre os líquidos, possivelmente porque está se encontrava num nível intermediário.

- Apenas 1 aluno atribuiu à gasolina maior densidade.

As observâncias do item b) foram as seguintes:

- Houve 18 alunos que responderam corretamente para a gasolina como líquido menos denso, possivelmente por ela ser o líquido dentre os demais que está no topo.

- Porém, 2 alunos responderam água e 4 deles responderam outros líquidos.

Com relação ao item c), temos:

- Tivemos 12 alunos respondendo correto que o aço é o sólido mais denso.
- Os demais discentes responderam: 9 anotaram que a gasolina seria o sólido mais denso e 6 que a gasolina é quem seria, mostrando que houve uma inobservância na pergunta, que se referia aos sólidos.

O item d) traz as seguintes observações:

- 16 alunos responderam corretamente cortiça para o sólido menos denso.
- No quesito erros, tivemos 2 respondendo jacarandá, 2 responderam parafina, 3 responderam mercúrio e 1 não respondeu.

Tetracloreto de carbono (TCC)

Para o item e), as respostas foram:

- Como havia quatro respostas para este item, tivemos 15 alunos marcando o TCC, 12 o mercúrio, 13 o jacarandá e 9 o aço, tendo em média uns 9 alunos respondendo os quatro itens corretamente.
- Mesmo a pergunta se referindo à sólidos, apenas 1 respondeu que a gasolina seria o sólido mais denso, sendo provável que não houve uma observação no enunciado.

E finalmente, o item f) teve as seguintes análises:

- 16 alunos responderam corretamente que a gasolina, 11 cortiças e 11 parafina para substâncias menos densa que a água, o que foi correto.
- Um aluno respondeu água, outro aço e um terceiro respondeu jacarandá para substância menos densa que a água, tornando-se incorreta estas respostas.

Ao analisarmos as respostas obtidas na questão 1 do teste inicial, identificamos que os índices de acerto e erro das alternativas demonstram que os alunos da turma têm dificuldades em reconhecer o que é um objeto mais e menos denso, o que pode nos mostrar que eles não conseguem ainda conceituar densidade adequadamente.

Quadro 2: questão 2 do teste inicial

2 - A densidade da água doce é aproximadamente 1,0 kg/L à temperatura ambiente. A densidade da água do mar é cerca de 1,04 kg/L. A partir destas informações, responda as questões abaixo:

- a) Por que a água do mar tem densidade maior que a água doce?
- b) É mais fácil aprender a nadar na água do mar (salgada) ou na água de um rio (doce)? Desconsidere fatores como o movimento das ondas e a correnteza dos rios. Justifique a sua resposta.
- c) Se um cubo metálico maciço de 0,10 m de aresta possui massa igual a 1kg for atirado no mar, ele deve flutuar ou afundar? Justifique a sua resposta, partindo do volume do cubo, para calcular a densidade dele, comparando com a densidade da água do mar.

Adote: 1m^3 equivale a 1000L

Nesta questão, obtivemos as respostas de 27 alunos num total, sendo que as respostas de cada item desta pergunta são:

Tabela 2: Categorias de respostas dos alunos ao item a) da questão 1

CATEGORIA (a)	QUANTIDADE	PORCENTAGEM (%)
Justificaram a densidade maior devido ao sal na água do mar.	22	81,50
Justificaram a leveza e profundidade da água.	1	3,70
Não responderam	3	11,10
Respostas incorretas	2	7,40

Fonte: Os autores

Com relação ao item a) da questão 2 do teste inicial, temos as seguintes análises:

- Verificou-se que 22 alunos acertaram o quesito, atribuindo ao sal a densidade da água do mar ser maior.

- Os dois alunos que erraram atribuíram respostas bem equivocadas, do tipo:

Aluno17: “Porque a água doce não é em todos lugares como o mar.”

⁵Aluno 33: “Por que a água do mar tem uma substância na qual faz com que saia mais salgada. ”

Em suma, mais de 81% atribuíram corretamente ao fato de o sal ser a substância que confere a água do mar uma maior densidade com relação a água doce.

Tabela 3: Categorias de respostas dos alunos ao item b) da questão 1

CATEGORIA (b)	QUANTIDADE	PORCENTAGEM (%)
Nadar na água doce do rio por ser menos densa.	2	7,40
Justificaram a leveza e profundidade da água.	1	3,70
Nadar na água do mar, por ser salgada é mais densa.	21	77,80
Não responderam	3	11,10

Fonte: Os autores

⁵ Apesar de apenas 30 alunos terem participado, foi seguida a ordem de chamada do diário de sala.

Com relação ao item b) da questão 2 do teste inicial, temos as seguintes análises:

- 21 alunos acertaram, atribuindo à água do mar como “a mais fácil de aprender a nadar devido à densidade maior que a densidade da água doce do rio e alguns relacionaram a facilidade de boiar nesta água justamente por ser mais densa que o corpo humano.
- Apenas 2 alunos responderam incorretamente que nadar na água doce do rio por ser menos densa.

Nesse quesito identificamos que os alunos se tiveram um bom índice de acerto, pois levaram em conta a facilidade do ato de boiar em um ambiente com maior densidade leva a nada melhor.

Tabela 4: Categorias de respostas dos alunos ao item c) da questão 2

CATEGORIA (c)	QUANTIDADE	PORCENTAGEM (%)
Responderam apenas que flutua, sem utilizar os rigores matemáticos.	3	11,10
Não respondeu	24	88,90

Fonte: Os autores

Com relação ao item c) da questão 2 do teste inicial, temos as seguintes análises:

- 24 alunos não responderam, nos dando a entender que por exigir este item de um rigor matemático, os alunos não se arriscaram a responder.
- Apenas 3 alunos responderam que o cubo flutua, sem a justificativa matemática necessária.

O que pesou na análise da questão 2 do teste inicial em quantidade de alunos que não responderam o item c) que exigia o uso de fórmulas para se responder sobre uma flutuação ou não do cubo maciço, nos propondo que na elaboração da UEPS os cálculos matemáticos sejam trabalhados com mais atenção.

Quadro 3: questão 3 do teste inicial

3 – (ANDRADE, RIVED, UFPB, 2006). Em uma balança coloca-se um litro de água e um litro de óleo, como ilustrado na figura 8, logo abaixo. Percebe-se que apesar do mesmo volume, os recipientes com água e óleo não se equilibram. Como você explicaria o desequilíbrio da balança, baseando-se em seus conhecimentos físicos?



Para esta terceira questão, tivemos a mesma quantidade de respostas da questão 2: 27 alunos. Eis a análise dela:

Tabela 5: Categorias de respostas dos alunos à questão 3

CATEGORIA	QUANTIDADE	PORCENTAGEM (%)
Responderam densidade e massa proporcionais. Água mais densa, tem massa maior.	10	37,03
Responderam que a água tem peso maior do que o óleo	5	18,53
Erraram	6	22,22
Não responderam	6	22,22

Fonte: Os autores

Apenas 10 alunos acertaram; tivemos 5 alunos que atribuíram à água um peso maior do que o óleo, deixando claro mesmo que de forma indireta, que a massa da água é maior do que a massa do óleo, pois levando-se em conta que no problema abordado, a atuação da intensidade da aceleração da gravidade é a mesma sobre as amostras de água, óleo e até mesmo na balança.

Esta questão 3 do teste inicial mostra que um total de 15 alunos atribuíram a água uma maior massa.

Quadro 4: questão 4 do teste inicial

4 – Uma faca afiada corta melhor que uma faca “cega”. Explique, partindo dos conceitos de pressão, força e área, porque isso acontece.

Para essa questão responderam um total de 27 alunos. Abaixo a tabela de categorização de respostas:

Tabela 6: Categorias de respostas dos alunos à questão 4

CATEGORIA	QUANTIDADE	PORCENTAGEM (%)
Atribuíram a menor área maior pressão.	3	11,12
Concepções errôneas	12	44,44
Não responderam	12	44,44

Fonte: Os autores

O conteúdo sobre pressão se mostrou pouco compreensível para a maioria dos alunos, num percentual de quase 89%, tendo apenas 3 alunos que atribuíram a menor área uma maior pressão como resposta.

Para os alunos que erraram, segue abaixo as respostas dadas por alguns deles acerca da questão proposta:

Aluno 2: A faca afiada corta melhor que a faca “cega” porque tem uma facilidade maior e uma ótima lâmina.

Aluno 4: A faca afiada na passagem da lâmina no alimento fica mais fácil.

Aluno 26: Pois ela perde sua força de afiação.

Aluno 32: Porque a faca afiada tem mais pressão que a cega, nisso ela está mais amolada.

Quadro 5: questão 5 do teste inicial

5 – Em um passeio realizado ao Parque Nacional da Serra de Itabaiana, situado entre os municípios de Itabaiana e Areia Branca no estado de Sergipe, o guia que nos acompanhava nos informou que: “a serra é o segundo ponto mais alto do relevo do estado de Sergipe, com 659 metros de altitude, por isso ao subir a pressão atmosférica vai diminuindo”. Essa informação está correta? Você saberia explicar porque isso ocorre?

Nessa questão 5 o conteúdo pressão atmosférica é abordado e o número de alunos que buscaram responder foi de 27.

Tabela 7: Categorias de respostas dos alunos à questão 5

CATEGORIA	QUANTIDADE	PORCENTAGEM (%)
Sim, maior altitude, menos ar e menos pressão.	2	7,40
Concepções errôneas	13	48,14
Não responderam	12	44,44

Fonte: Os autores

Mais uma questão do teste inicial que se mostra incompreensível para a maioria dos alunos. De um total de 27 alunos, 7 erraram e 12 não responderam. Apenas 2 alunos responderam corretamente como a faca afiada tem área menor, provocando uma maior pressão.

Com relação as concepções errôneas, seguem abaixo algumas delas:

Aluno 3: Incorreta. Pois quanto maior a altitude maior a pressão.

Aluno 6: Sim, porque quanto mais alta, mais frio, diminuindo a pressão, abaixando a temperatura.

Aluno 17: Porque subindo você “percebe” que não é tão alta assim.

Aluno 33: Por causa que a serra fica mais no alto.

Quadro 6: questão 6 do teste inicial

6 – Uma pessoa cujo peso é 720 N está parada sobre o solo, apoiada nos dois pés. Admitindo que a área do solado de cada um dos sapatos seja de 120 cm², qual a pressão, em N/m², que a pessoa exerce sobre o solo? Adote 1 cm² = 0,0001 m².

Tabela 8: Categorias de respostas dos alunos à questão 6

CATEGORIA	QUANTIDADE	PORCENTAGEM (%)
Responderam correto, utilizando equações e unidades.	1	3,70
Responderam errado, mesmo utilizando equações e unidades.	1	3,70
Concepções errôneas	5	18,52
Não responderam	20	74,08

Fonte: Os autores

Praticamente 93% dos alunos erraram ou não resolveram as questões, sendo que 20 alunos nem responderam. Esse foi mais um problema que exigiu cálculos matemáticos e os alunos não conseguiram trabalhar, mostrando possivelmente dificuldades na resolução de problemas da física que demandam algum conhecimento na formulação matemática.

4.2. Aula 2: Situação Inicial

Essa segunda aula tem por objetivo geral abordar em linhas gerais, a partir de um texto, a densidade e sua aplicação numa determinada situação cotidiana.

O que objetivamos especificamente é instigar a leitura de textos relacionados a fatos cotidianos, aplicar curto questionário baseado no texto e discutir com a turma as respostas dadas acerca do conceito densidade.

O material utilizados para a aplicação desta aula foi apenas o caderno contendo a UEPS.

Em termos de metodologia aplicada, a leitura de texto, resolução de questionário e discussão acerca das respostas obtidas foram aplicadas.

O que se espera como resultado é que os alunos tenham compreendido a importância da densidade no contexto do qual ela foi abordada e perceber que volumes e massas não são grandezas que dão proporção somente por seus valores medidos.

Nessa primeira aula de aplicação efetiva do produto, os alunos visualizaram e elogiaram o material, pois de imediato, tiveram contato com figuras, alguns alunos leram trechos de texto sobre a invasão da água do mar no Rio São Francisco, no qual havia um pequeno questionário – três perguntas sobre o tema do texto – de rápida solução. Não percebi um interesse inicial dos alunos com relação ao tipo de aula que ali seria aplicado nas semanas seguintes, porém, com o passar dos minutos e da leitura e resolução das perguntas, notou-se que ao final desta aula eles haviam gostado desta primeira experiência com um material que se mostrou diferenciado do livro didático utilizado na escola.

Nesta etapa foi aplicado um texto retirado de um site na internet sobre o aumento da salinidade da água no baixo São Francisco, suas causas e consequências para o rio e a população ribeirinha. Em seguida, após a leitura, foi aplicado algumas perguntas acerca do texto e sobre densidade.

Vamos ler a manchete de jornal com o título:

Interferência no Rio São Francisco faz água do mar invadir seu leito

Redução de vazão causa crise de abastecimento e sumiço de peixes

Figura 2 – pescador lançando rede no rio São Francisco⁶



Fonte:

<https://oglobo.globo.com/sociedade/sustentabilidade/interferencia-no-rio-sao-francisco-faz-agua-do-mar-invadir-seu-leito-19443562>

JUAZEIRO (BA) — O Rio São Francisco está perdendo a batalha com o mar. Por causa da estiagem dos últimos anos, a vazão após a barragem de Xingó vem sendo paulatinamente reduzida desde o início de 2013. Sem força, o Velho Chico é invadido pela água salgada do Atlântico, num fenômeno conhecido como cunha salina, que provoca alterações no ecossistema e afeta o dia a dia das comunidades ribeirinhas (...)

Figura 3 - ⁷Agência Nacional de Águas (ANA) e Cia. De Saneamento de Alagoas (CASAL)



Fonte: <https://oglobo.globo.com/sociedade/sustentabilidade/interferencia-no-rio-sao-francisco-faz-agua-do-mar-invadir-seu-leito-19443562>

De acordo com a Companhia de Saneamento de Alagoas (Casal), a concentração de cloreto na água da região variava entre 10 e 20 miligramas por litro, mas hoje chega a 1,8

⁶ Foto: João Zinclair/Acervo CBHSF

⁷ Agência Nacional de Águas (ANA) e Cia. De Saneamento de Alagoas (CASAL)

grama por litro durante a maré alta. Por isso a captação é interrompida, já que a recomendação para potabilidade é de até 250 miligramas(...)

A recomendação é que a vazão liberada pela Usina Hidrelétrica de Xingó seja de ao menos 1.300 metros cúbicos por segundo (m^3/s), mas por causa da estiagem, ela foi reduzida pela primeira vez em abril de 2013, para 1.100 m^3/s (...)

Segundo dados mais recentes, encontrados no site G1 Globo, a vazão no mês de abril está estimada em 600 m^3/s .

Adaptado da fonte: <https://oglobo.globo.com/sociedade/sustentabilidade/interferencia-no-rio-sao-francisco-faz-agua-do-mar-invadir-seu-leito-19443562>. Acessado em 07/set/17.

Fonte: <https://g1.globo.com/se/sergipe/noticia/baixo-sao-francisco-tera-vazao-media-elevada-em-maio.ghtml>. Acessado em 30/04/18

Questionário de Verificação da Aprendizagem I

Com relação ao texto *Interferência no Rio São Francisco faz água do mar invadir seu leito*, verifica-se que há informações sobre vazão, causas e consequências, como prejuízos ao ecossistema e ao povo ribeirinho que necessitam tanto da água doce do Rio São Francisco que, no momento, passa por um processo de salinização devido à invasão das águas do mar.

Esta parte de UEPS teve uma participação de 28 alunos, variando às vezes de uma questão para outra devido a uma saída ou necessidade do aluno em ausentar-se da aula.

Com base no texto apresentado e lido em sala, respondam os questionamentos abaixo acerca do texto:

Quadro 7: questão 1 do texto sobre invasão das águas do mar no Rio São Francisco

1. Sabemos que a composição da água doce e a composição da água salgada são diferentes. Se você puder captar 100 ml de água doce e 100 ml de água salgada, ou seja, mesmo volume de ambas as amostras, e medir a massa (“pesar”) numa balança digital, os valores medidos das massas seriam iguais ou diferentes? Justifique sua resposta.

O intuito desta questão 1 foi justamente investigar se os alunos conseguiriam associar a presença do sal na água do mar como fator determinante para que a massa de água salgada fosse maior e a relação de proporcionalidade (direta) entre massa e densidade, diante da proposta de volumes iguais de água doce e água salgada. A partir da tabela 8, vejamos as respostas:

Tabela 9: Categorias de respostas dos alunos à questão 1

CATEGORIA	QUANTIDADE	ACERTOS (%)
Certo: diferentes densidades devido ao sal na água; mais densa, mais massa.	16	57,10
Água salgada deixa com peso diferente da água doce.	5	17,90
Erraram	7	25,00

Fonte: Os autores

Uma boa parte dos alunos responderam corretamente. Porém, um percentual significativo de 25% errou, ficando outros quase 18% associando água salgada à água mais pesada, o que torna a questão parcialmente correta, já que na situação descrita, a aceleração da gravidade age sobre as águas e até mesmo a balança.

Quadro 8: questão 2 do texto sobre invasão das águas do mar no Rio São Francisco

2. Se você puder captar duas amostras de mesma massa de água, como por exemplo, 100 g de água doce e 100 g de água salgada e medir seus volumes em recipientes graduados em mililitros, os valores encontrados dos volumes seriam iguais ou diferentes? Justifique sua resposta.

A questão 2 investigou algo semelhante ao que foi visto na análise da questão 1, porém, foi instigado se os alunos conseguiriam associar a presença do sal na água do mar como fator determinante para que o volume de água salgada fosse menor e a relação de proporcionalidade (indireta) entre volume e densidade, diante da afirmação de que as massas de água doce e água salgada eram iguais. A partir da tabela 9, vejamos as respostas:

Tabela 10: Categorias de respostas dos alunos à questão 2

CATEGORIA	QUANTIDADE	ACERTOS (%)
Certo: diferentes densidades devido ao sal na água; mais densa, menor volume.	15	53,58
Mais peso da água salgado por causa do sal.	3	10,72
Errada: Densidade da água salgada faria volume aumentar.	4	14,28
Erros diversos	6	21,42

Fonte: Os autores

A quantidade de acertos na questão 9 é bem próximo ao que foi analisado na questão 8, porém, houve 4 alunos que associaram uma relação diretamente proporcional entre densidade e volume, mostrando que os mesmos não associaram corretamente essa relação.

Quadro 9: questão 3 do texto sobre invasão das águas do mar no Rio São Francisco

3. Com a modificação da composição química da água, nós acabamos de identificar uma grandeza importante tanto no estudo da química quanto para a física, você consegue identificar o nome dela?

Esta questão que introduz as perguntas sobre densidade apenas foi para verificar a atenção dos alunos para a grandeza que permeava o texto.

Tabela 11: Categorias de respostas dos alunos à questão 3

CATEGORIA	QUANTIDADE	ACERTOS (%)
Responderam densidade	24	80,00
Erraram	3	10,00
Não responderam	3	10,00

Fonte: Os autores

Já era esperado que a grande maioria (80%) respondessem “densidade”, já que o texto fazia menção à essa grandeza em alguns trechos. Apenas 3 alunos erraram, possivelmente por distração.

4.3. Aula 3: Situação Problema

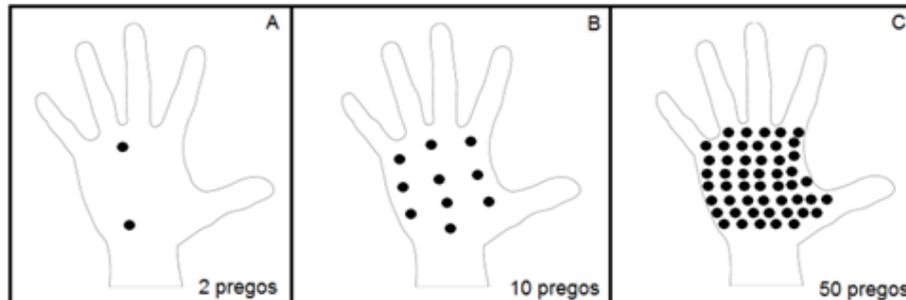
Para a terceira aula de aplicação da UEPS, o objetivo geral é apresentar o conceito de pressão através de um texto informativo no qual este conceito é visível e mostrar a turma as grandezas envolvidas no questionário proposto.

Os objetivos específicos dessa aplicação são: despertar a leitura do texto com uma situação incomum no cotidiano da turma, aplicar um experimento motivador para a abordagem do conceito de pressão e discutir com a turma as respostas dadas tanto na previsão quanto nos resultados do experimento.

A lista de materiais utilizados a serem empregados nesta terceira aula são: mão de pregos, bexigas vermelhas, caderno contendo a UEPS; ver figura 4.

Será utilizada 1 base em madeira, medindo (20×60) cm², dividida em três áreas menores e iguais a (20×20) cm², todas com pregos fincados com as pontas para cima, em quantidades diferentes para cada pequena área.

⁸Figura 4 - Imagem da Google adaptada no *Paint* pelos autores.



Fonte: <http://www.supercoloring.com/pt/silhuetas/mao> Acessado em 09/set/17.

Teremos como metodologia aplicada nessa nova parte da UEPS a leitura de texto, resolução de questionário, experimento aplicado e discussão acerca das respostas previstas e das respostas obtidas.

O que podemos esperar como resultado desta aula é que a turma tenha conseguido verificar a relação entre força aplicada e a área de aplicação dessa força.

Este segundo encontro tratava-se de um novo texto com outro conteúdo – pressão – sendo aplicado assim como no primeiro texto: leitura e resolução de questionário de verificação de aprendizagem curto de apenas três perguntas.

O texto relata sobre o uso de camas de pregos em eventos escolares e pelos ⁹faquirs (figura 5) na Ásia, como forma de meditação e alívios de enfermidades. Esse texto vem a seguir:

Uma cama de pregos é um uma peça retangular de madeira, do tamanho de uma cama, com pregos apontando para cima e para fora. Para o espectador alguém deitado sobre esta "cama" seria ferido pelos pregos, mas isso não acontece. (...)

O dispositivo é utilizado em física e demonstrações de truques de mágica. Um exemplo famoso requer um voluntário para deitar em uma cama com vários pregos e uma placa é colocada sobre a pessoa. Blocos de concreto são colocados no tabuleiro e depois

⁸

⁹É um “desenvolvedor espiritual” que executa feitos de resistência ou de suposta magia, como caminhar sobre fogo, engolimento de espada ou deitar-se sobre pregos.

esmagado com uma marreta. Apesar da força, aparentemente inevitável, o voluntário não é prejudicado (...)

Figura 5 - faquir em cama de pregos



Fonte: a mesma do texto

A cama de pregos é usada por alguns para a meditação, particularmente na Ásia, e para certos benefícios de saúde, tais como alívio de dor nas costas. (...)

Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Cama_de_pregos. Acessado em 09/set/17.

Experimentação: O experimento do faquir

1. Previsão

Os estudantes realizam previsões, que devem ser registrados, antes de assistir à demonstração, no qual teremos três bexigas cheias de ar. As perguntas realizadas serão relacionadas às pressões exercida sobre as áreas A, B e C, como mostra a figura 6:

Quadro 10: perguntas 1, 2 e 3 do texto sobre a cama de pregos do faquir
Pergunta 1: Temos três bexigas cheias de ar. Pressionando sobre as áreas A, B e C, o que deve acontecer com cada uma delas?
Pergunta 2: Na sua concepção, o que influencia na bexiga possivelmente explodir na situação acima?
Pergunta 3: Você consegue identificar que grandeza física está envolvida na situação acima?

Para as três perguntas, tivemos 24 alunos respondendo. Eis as respostas:

Tabela 12: Categorias de respostas dos alunos à pergunta 1

CATEGORIA	QUANTIDADE	ACERTOS (%)
Bexiga A estoura Bexigas B e C não estouram.	3	12,50
Bexiga A e B estouram Bexiga C não estoura.	20	83,33
Erraram	1	4,17

Fonte: Os autores

Na pergunta 2, foi proposto antes mesmo de realizar o experimento que os alunos expusessem suas possibilidades de estouro ou não dos balões mediante três áreas diferentes, com quantidades e pregos diferentes, pressupondo que eles pudessem associar quantidade de pregos ao fato de estourar ou não os balões. Vejamos quais as suas respostas:

Tabela 13: Categorias de respostas dos alunos à pergunta 2

CATEGORIA	QUANTIDADE	ACERTOS (%)
Responderam quantidade de pregos, menos área, mais pressão.	22	91,70
Erraram	2	8,30

Fonte: Os autores

Para a pergunta 2, apenas dois alunos não conseguiram reconhecer que a quantidade de pregos foi determinante no estourar ou não dos balões, mostrando que os demais não tiveram nenhuma dificuldade de compreender tal relação.

Tabela 14: Categorias de respostas dos alunos à pergunta 3

CATEGORIA	QUANTIDADE	ACERTOS (%)
Responderam pressão	23	95,83
Erraram	1	4,17

Fonte: Os autores

A terceira pergunta segue, em termos de percentual de acertos, quase a mesma tendência da pergunta 2 e em termos de reconhecer a grandeza física no texto, seguiu a mesma tendência da questão 3 do texto sobre o Rio São Francisco.

Em suma, o texto do faquir o experimento de cama de prego mostra que em demonstrações simples e texto curto e direto os alunos tiveram êxito em reconhecer a pressão e sua relação com a área.

2. Experimentando

Nesse momento, um aluno da turma será escolhido para apertar levemente a bexiga na área A, pedindo-o que relate o que aconteceu. Em seguida, far-se-á o mesmo com as outras áreas, B e C, relatando o aluno o que aconteceu, enfatizando que também aperte com a mesma intensidade com que pressionou a área A. Os demais alunos podem fazer o mesmo que o primeiro aluno, afim de conhecer o experimento, como mostra as figuras 7 e 8.

3. Explicação

Discutimos a partir do registro das previsões e/ou manifestações dos estudantes a experimentação ou demonstração experimental, e, em seguida, os resultados com os mesmos. Importante refletir com os estudantes sobre o resultado, de forma a identificar se foi mantida a sua previsão inicial ou de que maneiras a experimentação confirmou ou contradisse esta previsão. Depois deve-se comparar esses pensamentos com outros estudantes.

Figura 6 – Materiais de baixo custo para experimento sobre pressão 1.



Fonte: os autores

Figura 7 – Materiais de baixo custo para experimento sobre pressão 2



Fonte: os autores

Figura 8 – Aplicação de experimento da tábua de pregos (pressão)



Fonte: os autores

4.4. Aulas 4: Exposição dialogada sobre densidade

Trabalhar o conceito de densidade de forma mais aprofundada, abordando questões que envolvam a relação matemática entre densidade, massa e volume é o objetivo desta exposição dialogada.

Despertar na leitura do cordel a aprendizagem de conceitos mais aprofundados sobre densidade, abordar a densidade numa prática experimental e discutir respostas previstas e respostas experimentais são os objetivos específicos desta aula.

Tivemos como materiais utilizados uma caixa organizadora, lápis, borracha, clip para papel, acrílico, ovos cru e cozido, sal, água e caderno contendo a UEPS.

A metodologia que foi aplicada incluiu leitura de texto, resolução de questionário e aplicação do experimento “afunda ou flutua”.

Depois de aplicada essa aula, o que se esperou da turma é que eles pudessem ao final desta identificar nos alunos indícios de aprendizagem sobre densidade, a partir dos discursos proferidos em aula;

A aula de número 3 começa com a leitura de um cordel - *Estudo dos Fluidos: A Física em Cordel*. Este cordel foi lido individualmente e um pequeno questionário com 3 perguntas teve de ser respondido.

Temos a seguir um cordel versado no estudo da Hidrostática. Fazemos a leitura, atentos a fragmentos que fazem menção ao estudo do conteúdo proposto.

¹⁰O Estudo dos Fluidos - A Física em Cordel

Por J. Lima

Peço licença aos leitores
Desse pequeno cordel
Para falar dos fluidos
Nesse pedaço de papel
De conceitos fundamentais
E não joguem ao léu!

Pra começo de conversa
Vamos saber o que é fluido
Ele é algo que pode escoar,
Vamos tratá-lo em miúdo
O bicho é um cabra frouxo
Se bater de lado vasa tudo

São os gases e os líquidos
Que compõe esse estudo
Hidrostática e hidrodinâmica
Forma a mecânica dos fluidos
Foi o grego Arquimedes
Que começou isso tudo

Hidrostática estuda o fluido
Quando ele está em repouso
Vai estudar a densidade
Desse cabra genioso
A massa específica, a pressão!
E as manhas desse teimoso (...)

¹⁰Fonte do cordel: <http://afisicaemcordel.blogspot.com.br/2009/05/o-estudo-dos-fluidos.html>. Acessado em 13/09/2017.

Massa específica e densidade
São conceitos intrigantes
Um parece muito com o outro
Vamos entender num instante.
Massa específica é razão
Da massa e volume dominante

A densidade é relativa
Ela é as massas divididas
De duas substâncias,
Num só volume contidas,
No sistema internacional
Em Kg/m^3 é medida.

Vou falar sobre a pressão
Que é a força exercida
Sobre uma determinada área
Assim ela é bem definida
Uma força exerce maior pressão
Quanto menor for a área atingida (...)

É notório que o texto (cordel) apresenta fragmentos de grandezas e unidades relacionados ao que já foi exposto em aulas anteriores sobre a Hidrostática. Abaixo, segue uma atividade:

Questionário

Quadro 11: perguntas 1, 2 e 3 do texto sobre o cordel

Pergunta 1: Na sua concepção, o que significa fluido? Dê alguns exemplos de substâncias fluidas.

Pergunta 2: Para você o que significa a palavra Hidrostática?

Pergunta 3: Quais as grandezas físicas discutidas na situação inicial e situação problema que você identificou no cordel?

Para este pequeno questionário sobre o cordel da física, tivemos a participação de 26 alunos, cujas categorias e respostas estão a seguir:

Tabela 15: Categorias de respostas dos alunos à pergunta 1

CATEGORIA	QUANTIDADE	ACERTOS (%)
Responderam gases e líquidos e deram exemplos.	14	53,84
Responderam gases e líquidos ou deram exemplos.	8	30,76
Erraram	4	15,40

Fonte: os autores

Uns 14 discentes (53,84%) responderam corretamente, justificando o que seria fluido (gases e líquidos) e deram exemplos, como água, suor, gás carbônico, oxigênio, etc. Apenas 8 alunos (30,76%) responderam o que seria fluido ou deram exemplo, possivelmente por atentarem apenas a primeira pergunta na sequência do enunciado. Apenas 4 deles erraram.

Tabela 16: Categorias de respostas dos alunos à pergunta 2

CATEGORIA	QUANTIDADE	ACERTOS (%)
Responderam estudo do fluido em repouso.	19	70,07
Responderam apenas estudo do fluido.	2	7,69
Erraram	5	19,23

Fonte: os autores

Esta pergunta exigia como resposta, já que se tratava de um trecho do texto sobre o cordel da física, que o aluno justificasse como sendo “o estudo dos fluídos quando estão em repouso”, respondendo assim um percentual de quase 70%, ficando apenas 2 alunos que responderam de forma incompleta, como se poder verificar na tabela 16.

Tabela 17: Categorias de respostas dos alunos à pergunta 3

CATEGORIA	QUANTIDADE	ACERTOS (%)
Responderam pressão e densidade.	21	80,76
Responderam pressão, densidade e outras grandezas envolvidas no conteúdo densidade.	5	19,24

Fonte: os autores

Apenas duas grandezas envolviam a resposta da questão 3 sobre o cordel da física: densidade e pressão. Foi assim respondida a mesma por 21 alunos (80,76%) e outros quase 20% responderam tanto densidade e pressão, como envolveram massa, volume e densidade específica.

A aplicação desse texto para a turma evidencia que houve significativa melhora na compreensão dos conceitos de pressão e densidade.

Cabe lembrar que nesta mesma aula, o professor se tornou ainda mais ativo na exposição do conteúdo, fazendo com que eles consigam ver as relações existentes antes e agora com as explicações.

Após a aplicação do cordel, foi proposto um experimento – ver figura 9 - a turma, o “afunda ou flutua?” cujos materiais para o ensino de densidade foram: *caixa organizadora, sal, água, ovo cru, ovo cozido, clipes para papel, lente de acrílico, régua, corretivo e um lápis.*

5.3.1. Experimentação: Quem afunda e quem flutua em diferentes fluidos?

5.3.1.1. Objetivos do experimento

A partir de situações práticas de quem afunda ou flutua em diferentes fluidos, discutir o conceito de densidade e a relação entre as densidades de alguns objetos sólidos em meio fluido.

5.3.1.2 Materiais utilizados

- Uma caixa organizadora que será utilizada como aquário;
- Ovo cru e cozido;
- Corretivo, lápis e borracha;
- Clip para papel;
- Lente acrílica;

Será levado para a sala um recipiente, cheio de água, sendo que na primeira parte do experimento terá água “doce” e na segunda parte terá água salgada, saturada, e alguns objetos, dos quais o professor poderá escolher. Estes serão soltos - objetos de formas e pesos diferentes, determinando se cada um deles flutua ou afunda no líquido.

Feitas as previsões e observações a partir do experimento, a turma deverá explicar, a partir de uma tabela com o nome dos objetos, se eles afundam ou flutuam, deixando alguns espaços em branco para futura correção das respostas dadas.

5.3.1.3. Observação

Estiveram nesta aula do “afunda ou flutua” 27 alunos. Os estudantes devem assistir à experimentação e expor o que pensam sobre o que ocorrerá com os objetos, pondo suas observações em nota no caderno.

5.3.1.4. Explicação

Deve-se discutir a partir do registro das previsões e/ou manifestações dos estudantes à experimentação ou demonstração experimental, e, em seguida, discutir o resultado com os mesmos. Importante refletir com os estudantes sobre o resultado, de forma a identificar se foi mantida a sua previsão inicial ou de que maneiras a experimentação confirmou ou contradisse esta previsão. Depois deve-se comparar esses pensamentos com outros estudantes.

5.3.1.5. Previsão

Os estudantes realizam previsões, que devem ser registrados, antes de assistir à demonstração na tabela, apontando quais dos objetos listados afundam ou flutuam no meio aquoso. Apresentados os materiais, os alunos tiveram que responder antes mesmo da prática se cada objeto afundaria ou boiaria em duas situações: primeira, em água “doce” e, depois, em água salgada. Eles marcaram A para objeto que *afunda* e F para objeto que *flutua* na tabela abaixo.

Tabela 18: relação de objetos, tipos de água e resposta dos alunos sobre o “Afunda ou flutua.”

Objeto	Vasilhame com água doce	Vasilhame com água salgada	Respostas pós experimentação
	Afunda ou flutua?		
Ovo cru			
Ovo cozido			
Lápis			
Borracha			
Clip metálico			
Acrílico			
Pote c/ corretivo			
Régua			

Fonte: os autores

Segue na tabela 19 as categorias de respostas e percentuais atribuídos:

Tabela 19: Categorias de respostas dos alunos ao “Afunda ou flutua?”

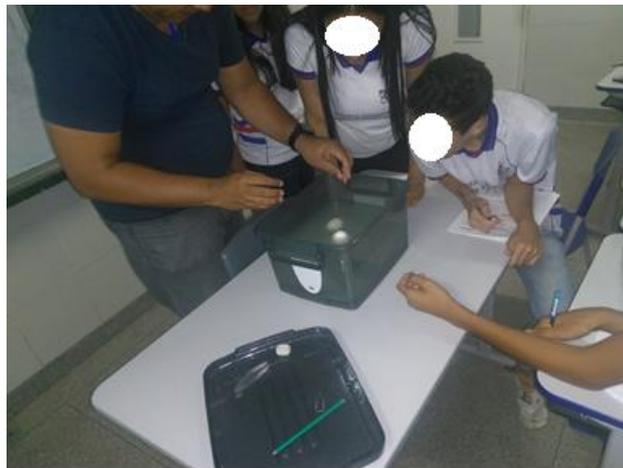
CATEGORIA	QUANTIDADE		ACERTOS (%)
	Água doce	Água salgada	
Ovo cru (afunda)	Água doce	21	77,80
	Água salgada	16	59,25
Ovo cozido	Água doce (afunda)	20	74,07
	Água salgada (flutua)	13	48,14
Lápis (flutua)	Água doce	20	74,07
	Água salgada	23	85,18
Borracha (afunda)	Água doce	19	70,37
	Água salgada	16	59,25
Clip p/ papel (afunda)	Água doce	13	48,14
	Água salgada	15	55,55
Lente acrílica (afunda)	Água doce	16	59,25
	Água salgada	16	59,25
Corretivo (afunda)	Água doce	21	77,80
	Água salgada	11	40,74
Régua (afunda)	Água doce	18	66,66
	Água salgada	9	33,33
	Média percentual de acertos		61,80

Fonte: os autores

Apesar da média percentual de acertos ser de uns 62% de acerto para o afunda ou flutua dos objetos listado acima, percebia-se em sala que eles externavam muitas respostas antes mesmo de pôr no seu material individual as respostas que realmente se decidiam naquele momento. O ovo cozido, o ovo cru, régua e o lápis foram os objetos que mais geraram dúvidas.

Obtidas as respostas, o experimento logo foi aplicado, tirando as dúvidas e ansiedade dos alunos em verem quais objetos realmente flutuavam ou afundavam nos dois tipos de água.

Figura 9 – Materiais de baixo custo para experimento sobre densidade



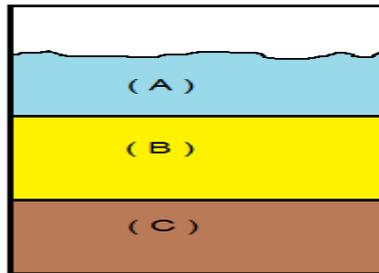
Fonte: os autores

Após a aplicação do experimento do afunda ou flutua, vem mais uma pergunta sobre densidade com relação a três líquidos imiscíveis e de densidades diferentes. Os alunos serão instigados a responder quais as densidades de cada um, de acordo com a posição ocupada dentro do recipiente:

Questionário

Quadro 12: questão 1 sobre três líquidos não miscíveis

1 - Numa prática em sala de aula, certa vez o professor trouxe três substâncias (A, B, C) não miscíveis - não se misturam – para pôr junta num só recipiente, com o intuito de estudar suas densidades. Observou-se que as substâncias ficaram dispostas como mostra a figura a seguir. Qual das substâncias seria mais densa? E a menos densa? Algum delas possui valor intermediário de densidade?



O número de participantes para responder este questionamento foi de 27 alunos.

Tabela 20: Categorias de respostas dos alunos questão 1 sobre três líquidos não miscíveis

CATEGORIA	QUANTIDADE	ACERTOS (%)
Responderam: mais denso (C), menos denso (A), intermediário (B)	22	81,48
Responderam: mais denso (C) e menos denso (A).	2	7,40
Erraram	3	11,12

Fonte: os autores

O experimento do “afunda ou flutua” aliado as demais sequências que antecederam o mesmo foram de suma importância para a compreensão dos alunos acerca da densidade, o que favoreceu um índice de acerto de 81,48%. Vale ressaltar que as aulas práticas costumam ser levadas com certo entusiasmo pelos alunos.

Para reforçar ainda mais o conceito e aplicação sobre densidade, segue abaixo uma aula expositiva que foi aplicada após discussão sobre os resultados do afunda ou flutua.

Conceituando a Densidade

O conceito de densidade está relacionado a massa de um corpo ou substância (m) e o volume (V) que este corpo possui:

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

Como há diversas unidades de massa e de volume, a unidade de densidade depende das demais unidades envolvidas. Vejamos algumas: g/cm^3 , g/ml , g/L , kg/m^3 . Abaixo segue algumas conversões:

$$1 \frac{g}{cm^3} = 1 \frac{g}{mL} = 10^3 \frac{g}{L} = 10^3 \frac{kg}{m^3}$$

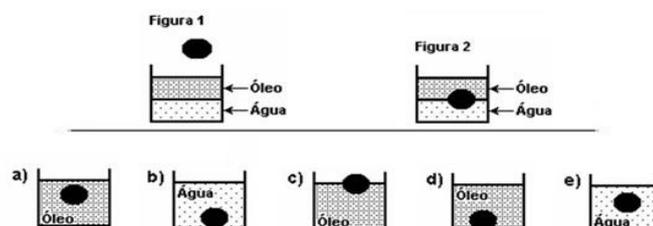
As densidades dos sólidos podem ser comparadas com as densidades dos líquidos, mostrando aqueles que são mais densos ou menos densos, assim como foi feito na pergunta 1 do questionário inicial e no afunda ou flutua do tópico anterior.

Para concluir esta etapa, será aplicado um exercício de fixação dos conteúdos até aqui exposto. Segue a seguir:

Exercício de Fixação I

Quadro 13: questão 1 do exercício de fixação I

1 - (Puc-PR/2006) Uma esfera é liberada em um recipiente contendo água e óleo. Observa-se que o repouso ocorre na posição em que metade de seu volume está em cada uma das substâncias (figura 18). Se a esfera fosse colocada em um recipiente que contivesse somente água ou somente óleo, a situação de repouso seria melhor representada pela opção abaixo:



A participação neste exercício de fixação foi de 27 alunos. A seguir, as categorias, respostas e quantitativo de acertos estão na tabela 20:

Tabela 21: Categorias de respostas dos alunos questão 1 do exercício de fixação I

CATEGORIA	QUANTIDADE	ACERTOS (%)
Acertaram: Letra d	10	37,05
Erraram	16	59,25
Não responderam	1	3,70

Fonte: os autores

O problema dessa questão, ainda sobre conceitos de densidade, instigou no aluno o querer saber se a esfera flutuou ou afundou, seja em água ou em óleo. Porém, o que possivelmente causou estranheza na maioria deles – índice de erro de quase 60% - foi não saber separar as duas situações que ali existiam um só recipiente: para o óleo, a esfera afunda e para a água, ela flutua.

Quadro 14: questão 2 do exercício de fixação I

2 - Um pedaço de pão é comprimido por uma pessoa, entre suas mãos.

- a) A massa do pedaço de pão aumenta, diminui ou não varia?
- b) E o volume do pedaço de pão?
- c) E a densidade do pão? Explique.

O objetivo desta questão sobre o pedaço de pão foi de verificar se na cognição da turma o conceito de densidade relacionada proporcionalmente a massa e inversamente ao volume estavam bem compreensíveis. Analisando assim, verificamos que quase 78% acertaram a letra a), que dizia não varia a massa do pão ao ser amassado.

Com relação ao quesito b), o percentual de acerto foi um pouco maior se comparado ao do quesito a), em 70,37%.

Mas, chegando no quesito c), no qual eles tinham que relacionar densidade e volume como grandezas inversamente proporcionais, tivemos um percentual de acertos em uns 26%, mostrando-nos possivelmente que a relação de proporcionalidade costuma ser bastante empregada com relação a relação inversamente proporcional, deixando essa lacuna na aprendizagem do conceito de densidade.

Tabela 22: Categorias de respostas dos alunos questão 2 do exercício de fixação I

CATEGORIA	QUANTIDADE	ACERTOS (%)
a) Não varia	Acertos: 21	77,77
	Erros: 6	
b) Diminui	Acertos: 19	70,37
	Erros: 8	
c) Aumentou porque o volume diminuiu	Acertos: 7	25,92
	Erros: 20	

Fonte: os autores

Na aula expositiva sobre densidade, tanto o conceito como a aplicação prática ou matematizada, foram abordados exemplos para que o aluno compreendesse como operacionalizar com equações e cálculos.

Assim, segue na questão e um problema que envolve tanto conceito quanto cálculos.

Quadro 15: questão 3 do exercício de fixação I

3 - Uma amostra de ouro tem 38,6 g de massa e 2 cm^3 de volume. Outra amostra, agora de ferro, tem massa de 78 g e volume de 10 cm^3 .

- a) Determine as densidades do ouro e do ferro.
- b) Dois corpos, maciços e homogêneos, de ouro e de ferro, respectivamente iguais, têm volumes iguais. Qual apresenta maior massa?
- c) Dois corpos, maciços e homogêneos, de ouro e de ferro, respectivamente, têm massas iguais. Qual apresenta maior volume?

O item a) exigiu que fosse utilizado a equação que calcula a densidade, a aplicação matemática nela e uma resposta que viesse acompanhada de unidade de grandeza. Houve acertos total, acertos parciais (esqueceu de anotar a equação ou a unidade de grandeza) e erros (apenas a resposta correta, sem unidade ou cálculos comprobatórios do acerto ou erraram por completo).

Tabela 23: Categorias de respostas dos alunos questão 3 do exercício de fixação I

CATEGORIA	QUANTIDADE	ACERTOS (%)
a) Utilizou equação, respondeu correto, apresentando unidades.	Certo: 9	33,33
	Parcialmente certo: 10	
	Errado: 6	
	Não responderam: 2	
b) Responderam ouro	Acertos: 20	74,07
	Erros: 7	
c) Responderam ferro	Acertos: 20	74,07
	Erros: 7	

Fonte: os autores

Considerando certa apenas aquelas respostas categoricamente certa, o índice de acerto foi baixo, de 33,33%. Porém, se considerarmos os que tiveram acertos parciais, este índice sobe para 70,37%, o que torna o índice de acertivas bem expressivo, evidenciando que a aula expositiva foi importante para o êxito deste problema.

Para os itens b) e c) as respostas eram diretas: tanto no item b) quanto no item c) o percentual de acertos foi de 74,04%, sendo que ambos os itens exigiram dos alunos a compreensão das relações de proporcionalidade entre densidade, massa e volume. Se comparada esta questão com a questão 2 no qual a internalização das relações de proporção entre densidade, massa e volume foram pouco eficaz, esse questão 3 atinge seu objetivo.

Quadro 16: questão 4 do exercício de fixação I

4 - (ANDRADE, RIVED, UFPB, 2006). Em uma balança coloca-se um litro de água e um litro de óleo, como ilustrado na figura abaixo. Percebe-se que apesar do mesmo volume, os recipientes com água e óleo não se equilibram. Como você explicaria o desequilíbrio da balança, baseando-se em seus conhecimentos físicos?

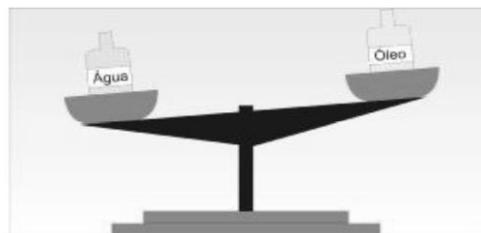


Tabela 24: Categorias de respostas dos alunos questão 4 do exercício de fixação I

CATEGORIA	QUANTIDADE	ACERTOS (%)
Responderam água mais densa, mais massa.	10	35,71
Erraram	9	32,14
Não responderam	9	32,14

Fonte: os autores

O problema de dois recipientes com mesmo volume de água e de óleo numa balança desequilibrada para o lado da água vem investigar mais uma vez se a turma conseguiu assimilar a relação de proporção entre densidade e massa. Se comparada a questão 3, que obteve sucesso, esta praticamente equilibrou as três categorias de respostas: acerto ficou em 35,71%. Possivelmente eles não compreenderam que esta nova situação exigia a compreensão da relação de proporção entre densidade e massa e focaram apenas na questão do desequilíbrio da balança.

Quadro 17: questão 5 do exercício de fixação I

- 5 - Um tambor, cheio de gasolina, tem a área da base $A = 0,75 \text{ m}^2$ e a altura $h = 2,0 \text{ m}$.
- a) Qual a massa de gasolina contida no tambor? (densidade da gasolina = $0,7 \text{ g/cm}^3$).
- b) Qual é a pressão exercida, pela gasolina, no fundo do tambor?

Deste problema responderam 21 alunos no total. Vejamos a categorização desta questão:

Tabela 25: Categorias de respostas dos alunos questão 5 do exercício de fixação I

CATEGORIA	QUANTIDADE	ACERTOS (%)
a) Utilizou equação, respondeu correto, apresentando unidades. Dois não responderam	Certo: 15	71,42
	Parcialmente certo: 1	
	Errado: 5	
b) Utilizou equação, respondeu correto, apresentando unidades. Dois não responderam	Certo: 17	80,95
	Parcialmente certo: 4	
	Errado:	

Fonte: os autores

Por se tratar de um problema que envolvia cálculos, pensamos que poderia ocorrer o mesmo que ocorreu nos problemas anteriores: poucos acertos. Porém, para este conteúdo de pressão, nesta questão, a turma se mostrou mais atenta: 71,42% de acertos no item a) e 80,95% de acertos no item b).

Em seguida à aplicação do exercício de fixação I, foi proposto a turma a observar uma imagem no material que necessitaria dos conhecimentos sobre pressão.

4.5. Aulas 5: Exposição dialogada sobre pressão

Trabalhar o conceito de pressão de forma mais aprofundada, abordando questões que envolvam a relação matemática entre pressão, força e área foi a forma de objetivo geral que desenvolvemos para nortear a elaboração desta nova exposição dialogada.

De forma mais específica, podemos utilizar a figura 20, dos dois garotos na areia movediça para instigar a turma a compreender a existência de pressão, força e área no problema, analisando as respostas obtidas no questionário em seguida a figura e discutir as respostas dadas pelos alunos. Apenas o caderno contendo a UEPS será necessário nesta aula cinco.

No que diz respeito a metodologia, uma observação da figura 20, resolução de questionário, análise e discussão acerca das respostas dadas foram os passos que guiaram essa aplicação.

O que esperamos ao final desta exposição do conteúdo foi identificar nos alunos indícios de aprendizagem sobre pressão, a partir dos discursos das respostas dadas;

Partindo da observação da situação que ocorre com os dois garotos na areia movediça, como mostra a figura que segue abaixo, o professor pedirá aos alunos que observem a forma como os dois garotos estão apoiados sobre a areia, tendo que o garoto A possui massa aparentemente maior (A) e o garoto B com massa aparentemente menor (B). Em seguida, foi solicitado aos alunos que respondessem à pergunta que vem logo após a figura 10.

Figura 10-Situação de afunda ou não em areia movediça.



Fonte: <http://www.fisica.net/hidrostatica/pressao.php>

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



Quadro 18: pergunta 1 sobre afunda ou não em areia movediça.

Pergunta 1: Por que o garoto A afundará mais rápido do que o garoto B? Indique motivos.

Tivemos a participação de 26 alunos neste questionamento. Cabe mais uma vez ressaltar que o número de alunos se torna variável para cada etapa de UEPS devido às faltas corriqueiras, saídas inesperadas, entre outros fatores.

Tabela 26: Categorias de respostas dos alunos sobre afunda ou não em areia movediça

CATEGORIA	QUANTIDADE	ACERTOS (%)
Responderam apoiado sobre os pés, menor área sob ação do peso.	9	34,61
Responderam peso concentrado ou massa de A maior do que B.	5	19,23
Erraram	8	30,76
Não responderam	4	15,38

Fonte: os autores

Na categoria de resposta “apoiado sobre os pés, menor área sob ação do peso”, obtivemos quase 35% de acertos. Já na categoria de resposta “peso concentrado ou massa de A maior do que B” tivemos 5 alunos (19,23%) respondendo algo próximo do esperado: área menor, pressão maior ou massa de A maior que massa de B, o que torna a questão certa também, elevando para 53,83% o percentual de acertos.

Logo após esses questionamentos e discussão com a turma acerca do que foi exposto, foi dada uma aula expositiva, somente com o conteúdo de pressão.¹¹

Conceituando a Pressão

A pressão de um corpo é a razão entre a força aplicada sobre este corpo e a área em que essa força atua:

¹¹Fonte: <<http://www.fisica.net/hidrostatica/pressao.php>. Acessado em 15/11/17 >.

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

Suas unidades dependem das unidades envolvidas na razão que determina os valores de pressão: N/m², Pa, atm, Bar, Psi, libras/pol², etc.

Fiquem atentos as conversões de unidades, pois elas são de extrema importância em alguns problemas relacionados a pressão:

$$1 \frac{N}{m^2} = 1 Pa \quad 1 atm = 1.10^5 Pa \quad 1 bar = 1.10^5 Pa \quad 1 Psi \cong 6895 Pa \quad 1 bar \cong 14,7 Psi$$

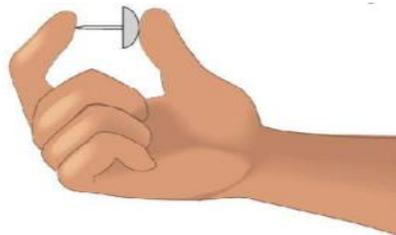
Bom lembrar! A força aplicada sobre a superfície – área – pode ser, em casos que o corpo não sofre interação de forças externas, somente a força peso do corpo ou substância, que seria dado pela equação: $P = mg$.

Para concluir esta etapa, será aplicado um exercício de fixação dos conteúdos até aqui expostos sobre pressão.

Exercício de Fixação II

Quadro 19: pergunta 1 do exercício de fixação II

1 - José aperta uma tachinha entre os dedos, como mostrado nesta figura. A cabeça da tachinha está apoiada no polegar e a ponta, no indicador. Sejam F_i o módulo da força e P_i a pressão que a tachinha faz sobre o dedo indicador de José. Sobre o polegar, essas grandezas são, respectivamente, F_p e P_p . Considerando-se essas informações, é CORRETO afirmar que:



- a) $F_i > F_p$ e $P_i = P_p$ b) $F_i = F_p$ e $P_i = P_p$
c) $F_i > F_p$ e $P_i > P_p$ d) $F_i = F_p$ e $P_i > P_p$ e) $F_i = F_p$ e $P_i < P_p$

A participação dos alunos nesta etapa da UEPS ainda foi de 26 alunos.

Tabela 27: Categorias de respostas dos alunos da questão 1 do exercício de fixação II

CATEGORIA	QUANTIDADE	ACERTOS (%)
Acertaram: letra d	12	46,15
Erraram	9	34,62
Não responderam	5	19,23

Fonte: os autores

O exigido em termos de conteúdo para esta questão foi Terceira Lei de Newton (Lei da Ação e Reação), um conteúdo visto por eles em meados no ano letivo, e relação entre pressão e área de aplicação da força. As categorias de respostas às perguntas foram bem diretas: “acertaram”, “erraram” e “não responderam”.

Apenas 46,15% da turma acertou que as forças nos dedos indicador e polegar seria a mesma, porém, as pressões seriam diferentes, pois a cabeça da tachinha estava apoiada no dedo polegar (menor área) e a ponta dela no dedo indicador (maior área).

Quadro 20: pergunta 2 do exercício de fixação II

2 - (Fuvest 2005) A janela retangular de um avião, cuja cabine é pressurizada, mede 0,5 m por 0,25 m. Quando o avião está voando a uma certa altitude, a pressão em seu interior é de, aproximadamente, 1,0 atm, enquanto a pressão ambiente fora do avião é de 0,60 atm. Nessas condições, a janela está sujeita a uma força, dirigida de dentro para fora, igual ao peso, na superfície da Terra, da massa de? OBS: 1 atm = 10^5 Pa = 10^5 N/m² e $g = 10$ m/s².

- a) 50 kg b) 320 kg c) 480 kg d) 500 kg e) 750 kg

Os termos matemáticos e equações foram exigidos nesta questão. Além de ter que utilizar a equação $P = F/A$, o aluno deveria ter como pré-requisito os conhecimentos de força peso, cuja equação é $P = mg$. Assim, as categorias de respostas foram como estão na tabela 27:

Tabela 28: Categorias de respostas dos alunos da questão 2 do exercício de fixação II

CATEGORIA	QUANTIDADE	ACERTOS (%)
Utilizou equação, respondeu corretamente, apresentando unidades	2	7,69
Erraram	2	7,69
Não responderam	22	84,62

Fonte: os autores

Pouquíssimos alunos na turma acertaram, apenas 7,69%. A maioria deles, 84,62%, não responderam, provavelmente por não terem compreendido que precisaria utilizar a fórmula do peso e ter que dar a massa como resposta. Percebemos que nesta questão havia a necessidade de intervenção e assim foi feita, pois verificou-se que o uso de fórmulas e relações matemáticas ainda estavam pouco compreendidas. Assim, coube uma intervenção nesta questão.

Quadro 21: pergunta 3 do exercício de fixação II

3 - Em um belo dia de sol, brincando em uma piscina, dois garotos, Antônio e Bruno, notam que só conseguem flutuar na água se estiverem posicionados deitados. Então eles se perguntam: por que não conseguem boiar em outra posição, como por exemplo, em pé? Diante dessa situação, você conseguiria explicar tal fenômeno aos garotos? Como?

Pressão, força peso e área foram os conteúdos abordados. A categoria de resposta à esta pergunta que validava como certa seria que “menor área causa maior pressão”. Segue abaixo o quantitativo para esta e para as demais categorias:

Tabela 29: Categorias de respostas dos alunos da questão 3 do exercício de fixação II

CATEGORIA	QUANTIDADE	ACERTOS (%)
Responderam que menor área causa mais pressão.	8	30,76
Erraram	9	34,62
Não responderam	9	34,62

Fonte: os autores

Uma pequena parcela do total da turma acertou: 30,76%. Os demais ou erraram (34,62%) ou não responderam (34,62%), possivelmente pelo fato de não terem observado no enunciado que o garoto A possivelmente teria massa maior do que o garoto B. Esse trecho da questão deve ter passado despercebido por eles.

Quadro 22: pergunta 4 do exercício de fixação II

4 - Para pregar um prego numa parede, aplica-se uma martelada que transmite ao prego uma força de 50 N. A área de contato da ponta do prego com a parede é de $2.10^{-7}m^2$. Calcule a pressão exercida sobre a parede no instante da martelada.

No enunciado desta questão 4 as unidades de grandeza já estavam em termos dos quais não havia necessidade de conversões para outras unidades, exigindo dos alunos aplicação direta de equação e resultados.

Tabela 30: Categorias de respostas dos alunos da questão 4 do exercício de fixação II

CATEGORIA	QUANTIDADE	ACERTOS (%)
Erraram	3	11,53
Não responderam	23	88,47

Fonte: os autores

Aqui, praticamente todos não responderam, pois, os 3 alunos que erraram responderam com números à toa, sem relação com os dados apresentados no problema. Coube aqui mais uma intervenção sobre como trabalhar esse tipo de problema, tendo em vista que ainda há uma pertinência não intencional da turma em ter dificuldades com a utilização dos cálculos nos problemas propostos.

4.6. Aula 6: Nova Situação Problema

Essa nova situação problema objetivou aprofundar um pouco mais o conceito de pressão, partindo de uma situação envolvendo altitude, quantidade de ar e pressão atmosférica.

Para tanto foi necessário reter a atenção da turma utilizando o texto sobre altitude e futebol e abrir nova discussão com finalidade de observar o aprendizado do conceito pressão.

Tivemos como materiais utilizados o caderno contendo a UEPS.

A metodologia aplicada foi uma leitura de texto, discussão sobre o mesmo, resolução de questionário, análise e discussão acerca das respostas dadas.

O que esperar como resultado pós aplicação dessa aula? Identificar nos alunos indícios de aprendizagem sobre pressão atmosférica, vinculada as abordagens anteriores sobre pressão a partir dos discursos das respostas dadas;

Esta última parte da UEPS trará um novo texto, agora com relação ao conteúdo pressão atmosférica, conteúdo este que de forma indireta continua a tratar de força (peso da camada de ar) aplicada sobre área para explicar pressão. Nele o texto fala das dificuldades fisiológicas no corpo humano ao praticar futebol à grandes altitudes, como na cidade de La Paz, na Bolívia. Vamos ler o texto a seguir:

Como é jogar futebol em grandes altitudes?

Toda Copa América é a mesma ladainha: jogar em La Paz é "impossível". Bem, não se trata de desculpa da Seleção brasileira: correr nos gramados da Bolívia é mesmo de tirar o fôlego. A maioria das reações provocadas pela altitude no corpo é causada pelo fenômeno da hipóxia, a falta de oxigênio no organismo. Em La Paz, a 3600 metros de altitude, a quantidade de oxigênio no ar é 36% menor que a em um estádio situado perto do nível do mar, como o Maracanã.

"Todo o organismo sente a queda da oferta de oxigênio", diz Thaís Russomano, especialista em Medicina Aeroespacial da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do

Sul. "Para não perder rendimento, os atletas precisariam passar cerca de 30 dias se aclimatando com a nova altitude."

Outra saída para fugir desses efeitos seria chegar alguns instantes antes da partida – já que as reações mais agudas se manifestam cerca de 120 minutos depois de o corpo chegar nessa altitude. Até mesmo o trabalho dos goleiros é prejudicado. "A pressão atmosférica é menor, a bola enfrenta menos resistência e preserva sua velocidade por mais tempo", diz o engenheiro aeronáutico Hélio Koiti, da Universidade de São Paulo.

Futebol nas alturas. As reações no organismo de um atleta numa partida no Maracanã, no estádio de La Paz e num jogo fictício no topo do Everest.			
	RIO DE JANEIRO (Nível do mar)	LA PAZ (3 600 M)	EVEREST (8 848 M)
CÉREBRO	No nível do mar, o cérebro consome cerca de 20% do oxigênio usado pelo corpo – coordenando a atividade de todos os órgãos	A perda de oxigênio leva o jogador a sentir uma leve euforia seguida de cansaço, dor de cabeça e diminuição da coordenação motora	Perda da capacidade crítica e de julgamento, descoordenação motora, grandes chances de edema cerebral – quando o cérebro incha e pode levar à morte
CORAÇÃO	Numa partida, os batimentos cardíacos de um jogador de 30 anos oscilam entre 150 e 180 batidas por minuto – dependendo do esforço necessário para a jogada	O mesmo esforço nessa altitude exigiria um aumento de 50% da frequência cardíaca. Como o coração não aguentaria o tranco, os jogadores perdem o fôlego e param antes	Mesmo que ficasse andando pelo campo, a frequência cardíaca permaneceria no limite podendo causar arritmia e, dependendo do esforço, uma parada cardíaca
PULMÃO	Não há dificuldade para respirar. O pulmão inspira em média 12 vezes por minuto e absorve cerca de 0,5 litro de ar em cada uma das vezes	Logo de início, a respiração aumenta em até 65%. Duas a três semanas depois, a frequência com que o ar é inspirado chega a ser cinco ou sete vezes maior	Próximo de 10 900 metros – o ponto mais alto onde se consegue respirar – há um enorme risco de fluidos se acumularem nos pulmões e provocarem um edema

MÚSCULOS	As células musculares usam normalmente o oxigênio para conseguir energia. Após exercícios intensos, o corpo produz também ácido láctico	Mais ácido láctico é produzido e os músculos se cansam logo. É preciso esperar que a densidade dos vasos sanguíneos aumente, facilitando a troca de oxigênio.	Sem oxigênio nos músculos, vem a fadiga extrema. Habeler e Messner, os primeiros a escalar o Everest sem oxigênio (1978), gastaram mais de uma hora para andar os últimos 100 metros
SANGUE	Os glóbulos vermelhos do sangue – responsáveis por transportar o oxigênio até as células do corpo – ocupam cerca de 40% do volume do sangue	A falta de oxigênio aumenta o número de glóbulos vermelhos para até 60% do volume do sangue, que se torna mais espesso	Se uma pessoa saísse do nível do mar diretamente para essa altitude, a diminuição brusca da pressão formaria bolhas no sangue podendo levar à morte
Quanto mais alto, mais forte. Sem a resistência do ar, um chute de 100 quilômetros por hora no topo do Everest chega no gol praticamente com a mesma velocidade	No Maracanã, uma bomba a 100 km/h perde quase a metade da sua velocidade em 20 metros e atinge o gol a 58 km/h, depois de viajar durante 0,95 segundo	Em La Paz, a bola chega ao gol em 0,87 segundo, só que mais forte – a 69 km/h – e mais alta: um chute que atinge 1,5 metro de altura no nível do mar entraria no ângulo	No Everest, a baixa resistência do ar complica a vida do goleiro. A bola cruza a trave em 0,80 segundo, a 81 km/h e passaria bem longe do gol

Fonte: <http://www.fisicaestibular.xpg.com.br/futebol%20nas%20alturas.htm>. Acessado em 13/set/17.

A abordagem do texto é contextualizada, passa por efeitos biológicos no corpo humano, informações geográficas de cidades, tal como altitude, e descrições de efeitos físicos causados no futebol por conta da altitude. Partindo dele, serão feitos alguns questionamentos acerca, principalmente, da pressão atmosférica.

Após leitura detalhada do texto, os alunos responderam um pequeno questionário a fim de investigar os conhecimentos assimilados com a compreensão da leitura do texto proposto. Houve alguns questionamentos acerca do tema proposto, porém, solicitei a eles que apenas lessem de forma concentrada.

Questionário

Quadro 23: pergunta sobre a relação entre altitude e quantidade de ar em La Paz

Pergunta: Ao chutar uma bola em La Paz na Bolívia, cidade essa situada a 3600m de altitude, o jogador de futebol nota que a bola parece estar mais leve. Isso, em sua opinião, realmente ocorre? Justifique a sua resposta.

Participaram deste questionamento 26 alunos. Esse problema tinha como conhecimento físico a pressão atmosférica. Para que obtivessem êxito na resposta, eles teriam que justificar “a influência do ar nisso. Esta categoria de resposta não obteve resultados favoráveis: dos 26 participantes, apenas 3 responderam “que há influência do ar nisso”.

Tabela 31: Categorias de respostas dos alunos sobre a relação entre altitude e quantidade de ar em La Paz

CATEGORIA	QUANTIDADE	ACERTOS (%)
Responderam que há influência do ar nisso.	3	11,53
Não responderam	23	88,47

Fonte: os autores

Finalizado o questionamento acima, a turma leu um texto sobre os efeitos da altitude de La Paz e outras localidades da Terra em alguns órgãos do corpo humano. A abordagem do texto é contextualizada, passa por efeitos biológicos no corpo, informações geográficas de cidades, tal como altitude, e descrições de efeitos físicos causados no futebol por conta da altitude. Partindo dele, serão feitos alguns questionamentos acerca, principalmente, da pressão atmosférica.

QUESTIONAMENTOS SOBRE O TEXTO

Quadro 24: pergunta 1 do questionário sobre o texto dos efeitos da altitude no corpo humano.

1 – Tente explicar qual a relação de proporção entre altitude e quantidade de ar existente?

Tivemos 19 alunos nesta parte da UEPS. Nessa pergunta 1 foi explorado os conhecimentos relacionados à questão anterior a esta, sobre a altitude e o ar em La Paz. Mas aqui eles obtiveram mais sucesso do que na anterior: 52,63% de acertos contra 47,67% de erros, dando um salto significativo em relação ao questionamento anterior.

Tabela 32: Categorias de respostas dos alunos sobre a pergunta 1 do questionário

sobre o texto dos efeitos da altitude no corpo humano.

CATEGORIA	QUANTIDADE	ACERTOS (%)
Responderam que quanto maior altitude, menos ar, menos pressão.	10	52,63
Erraram	9	47,67

Fonte: os autores

Vale ressaltar que foi exposto para eles que a quantidade de ar não é a mesma em qualquer altitude. Essa informação provavelmente os auxiliaram em suas respostas. Mesmo assim, ainda houve um índice de erro expressivo.

Quadro 25: pergunta 2 do questionário sobre o texto dos efeitos da altitude no corpo humano.

2 - Busque explicar o porquê de as velocidades inicial e final da bola, da saída do pé do jogador à sua chegada ao gol, serem diferentes? As altitudes influenciam nessas diferenças?

Para a pergunta 2, tinha como conhecimentos prévios os conteúdos sobre atrito, variação de velocidade e quantidade de ar em altitudes elevadas. Para tanto, a categoria que validava como certa as respostas seria que “a bola não fica mais leve, apenas quanto maior altitude, menos ar, menos atrito, menos perda de velocidade”.

Tabela 33: Categorias de respostas dos alunos sobre a pergunta 2 do questionário sobre o texto dos efeitos da altitude no corpo humano.

CATEGORIA	QUANTIDADE	ACERTOS (%)
Responderam que a bola não fica mais leve, apenas quanto maior altitude, menos ar, menos atrito, menos perda de velocidade.	10	52,63
Erraram	9	47,67

Fonte: os autores

Provavelmente por exigir conteúdos vistos bem antes da aplicação dos conteúdos abordados nesta UEPS, que são densidade e pressão, quase metade deles erraram e a quase outra metade acertou essa questão.

O quadro 24 apresenta um problema referente a pressão atmosférica variável e redutível na subida da serra e pressão interna constante do saquinho de salgadinhos.

Quadro 26: pergunta 3 do questionário sobre o texto dos efeitos da altitude no corpo humano.

3 - Por que as embalagens de salgadinhos inflam quando levadas de locais ao nível do mar para localidades de altitudes relevantes? Explique.

A resolução deste problema passa por compreender que a quantidade de ar diminui com o ganho de altitude (subida na serra), conseqüentemente uma pressão atmosférica variável redutível e a existência de uma pressão constante do ar dentro do saquinho. Porém, respostas como a que foi dada acima não foram encontradas. Então, foi categorizado como resposta correta que “ar diminui, pressão diminui, ar do saquinho aumento de volume.

Tabela 34: Categorias de respostas dos alunos sobre a pergunta 3 do questionário sobre o texto dos efeitos da altitude no corpo humano.

CATEGORIA	QUANTIDADE	ACERTOS (%)
Responderam ar diminui, pressão diminui, ar do saquinho aumenta de volume.	12	63,15
Erraram	7	36,85

Fonte: os autores

Analisando da forma como foi categorizada logo acima, obtivemos um índice de 12 alunos (63,15%) de acertos, pois esse conteúdo não foi visto pelos alunos, o que provavelmente justifica a falta de respostas corretas bem elaboradas.

4.7. Questionário Final

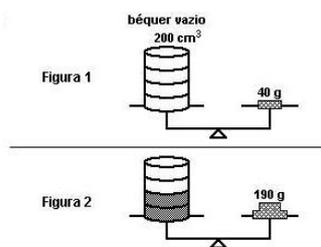
O questionário final abordou os dois conteúdos da UEPS, densidade e pressão, contendo problemas que envolviam os conceitos sobre os dois assuntos e problemas de cunho matemático. As questões não necessitaram validação realizada pelos autores por se tratar de questões devidamente validadas na literatura da qual foram extraídas.

Assim como foi feito no teste inicial, a coleta e concentração de respostas dos alunos em tabelas foram feitas. Segue abaixo os dados.

Quadro 27: pergunta 1 do teste final

1. (CFT-MG modificada) Durante uma aula de laboratório de Física, um estudante desenhou, em seu caderno, as etapas de um procedimento utilizado por ele para encontrar a densidade de um líquido, inicialmente com um béquer de 200cm^3 vazio. O mostrador da balança indicava 40g e numa situação seguinte, com o mesmo béquer enchido até a metade, a balança indicou 190g, conforme representado na figura.

Sabendo-se que em ambas as etapas, a balança estava equilibrada, o valor da densidade encontrado para o líquido, em g/cm^3 , equivale a quanto?



Tivemos um número de 25 alunos participando da resolução deste teste final.

A questão número 1 deste teste exigiu do aluno, antes de tudo, observar a figura 22, onde ele deveria tirar dela os valores necessários para se calcular a densidade do líquido. Na tabela 34 registramos como categoria de respostas, além de “erraram” e “não responderam”, a categoria “Utilizou equação, respondeu correto, apresentando unidades”, por se tratar de uma questão de resolução de equações. Vejamos como ficou então:

Tabela 35: Categorias de respostas dos alunos da questão 1 do teste final

CATEGORIA	QUANTIDADE	ACERTOS (%)
Utilizou equação, e respondeu correto, apresentando unidades.	2	8,00
Erraram	20	80,00
Não responderam	3	12,00

Fonte: os autores

Observa-se que 80% dos alunos erraram a questão, mantendo os índices de erros das outras questões que envolveram cálculos. Outra intervenção foi feita neste momento, mas percebi que foi pertinente a dificuldade com os cálculos.

Quadro 28: pergunta 2 do teste final

2. (UFPI) Em uma cena de um filme, um indivíduo corre carregando uma mala tipo 007 (volume de 20 dm^3) cheia de barras de um certo metal. Considerando que um adulto de peso médio (70 kg) pode deslocar com uma certa velocidade, no máximo, o equivalente ao seu próprio peso, indique qual o metal, contido na mala, observando os dados da tabela 35 a seguir. Dado: $1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ L} = 1000 \text{ cm}^3$.

Densidade em g/cm^3	
Alumínio	2,7
Zinco	7,1
Prata	10,5
Chumbo	11,4
Ouro	19,4

O problema da mala necessitou dos conhecimentos sobre densidade e sua equação ($d = m/v$). As categorias de respostas deste problema foi “utilizou equação, respondeu correto, apresentou unidades e indicou o metal” e “utilizaram equação, respondeu correto, mas não apresentando unidades nem indicou o metal”, além de “erraram” e “não responderam”.

Tabela 36: Categorias de respostas dos alunos da questão 2 do teste final

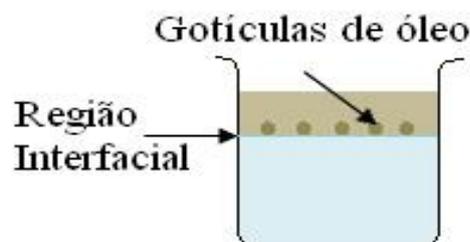
CATEGORIA	QUANTIDADE	ACERTOS (%)
Utilizaram equação, respondeu correto, apresentando unidades e indicou o metal.	2	8,00
Utilizaram equação, respondeu correto, mas não apresentando unidades nem indicou o metal	5	20,00
Erraram	8	32,00
Não responderam	10	40,00

Fonte: os autores

Notou-se nas respostas dos alunos que este problema acompanhou a tendência dos demais anteriores: baixo índice de acertos (8%), provavelmente por não terem atingido em suas cognições o necessário para interpretar e resolver problemas de forma matematizada. Porém, o percentual daqueles que responderam, mas não apresentaram a unidade e nem o metal que contem na mala foi de 20%, o que se for levado em conta juntamente com os outros 8%, ainda assim o índice assertivo não foi satisfatório.

Quadro 29: pergunta 3 do teste final

3. (UFMG - modificado) Em um frasco de vidro transparente, um estudante colocou 500 ml de água e, sobre ela, escorreu vagarosamente, pelas paredes internas do recipiente, 50 ml de etanol. Em seguida, ele gotejou óleo vegetal sobre esse sistema. As gotículas formadas posicionaram-se na região interfacial, conforme mostrado nesta figura. Considerando-se esse experimento, indique quais substância tem densidade maior e densidade menor?



A questão do quadro 27 tem como conteúdo a densidade de líquidos diferentes. Exigiu da turma a aplicação dos conceitos para respondê-la. As respostas coletadas estão logo abaixo, na tabela 36:

Tabela 37: Categorias de respostas dos alunos da questão 3 do teste final

CATEGORIA	QUANTIDADE	ACERTOS (%)
Responderam água com densidade maior e etanol como densidade menor.	12	48,00
Indicou as três densidades corretamente, inclusive a intermediária, o óleo.	2	8,00
Erraram	9	36,00
Não responderam	2	8,00

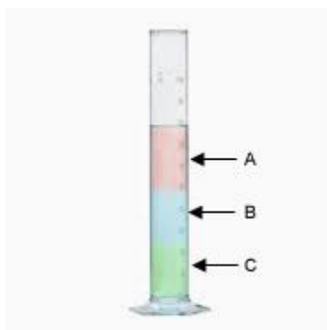
Fonte: os autores

Em se tratando de uma questão de cunho conceitual, tivemos um percentual de acertos de 56%, incluindo aqueles alunos que além de responderam corretamente incluírem a densidade do óleo como intermediária. Não podíamos deixar de comentar os 36% da turma que errou esta questão, sendo que nos demais exercícios da UEPS foram abordadas questões semelhantes: provavelmente se confundiram ao descrever, pois em outros momentos de aplicação da UEPS os índices assertivos foram bem melhores.

A próxima questão é praticamente igual à anterior com relação aos conceitos exigidos par a sua resolução. Vejamos as categorias de respostas, quantidade de respostas e percentual na tabela 37:

Quadro 30: pergunta 4 do teste final

4. Numa proveta foram colocados três líquidos: água, benzeno e clorofórmio. Os três líquidos ficaram separados e distribuídos no recipiente através das letras A, B e C como mostrado a figura. Ao lado da figura temos a tabela que indica a densidade dos três líquidos. De posse desses dados aponte quem seria o líquido A, o líquido B e o líquido C na figura abaixo.



Substância	Densidade
Água	1,0 g/cm ³
Benzeno	0,90 g/cm ³
Clorofórmio	1,53 g/cm ³

Com 62,5% de acertos, esse percentual se torna significativo com relação à questão anterior. Cabe comentar que os 25% que erraram a questão responderam de forma inversa à ordem das densidades, porém, manteve a água como líquido de densidade intermediária, o que nos leva a crer que esses alunos trocaram as respostas certas pelas erradas ao descreverem em seus materiais.

Tabela 38: Categorias de respostas dos alunos da questão 4 do teste final

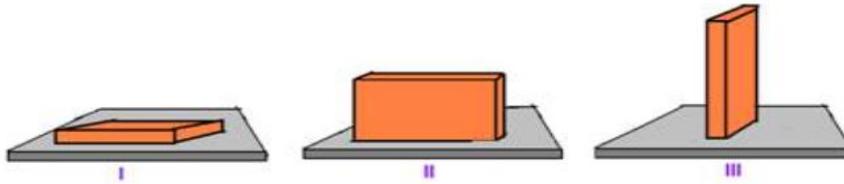
CATEGORIA	QUANTIDADE	ACERTOS (%)
A=benzeno; B=água; C=clorofórmio	15	62,50
Erraram	6	25,00
Não fizeram	3	12,50

Fonte: os autores

Seguindo a mesma linha das questões conceituais, a questão 5 no quadro 28 aborda sobre pressão, área de contato e força aplicada.

Quadro 31: pergunta 5 do teste final

5. (UFMG-MG - modificada) As figuras mostram um mesmo tijolo, de dimensões 5cm x 10cm x 20cm, apoiado sobre uma mesa de três maneiras diferentes. Em cada situação, a face do tijolo que está em contato com a mesa é diferente:



As pressões exercidas pelo tijolo sobre a mesa nas situações I, II e III são, respectivamente, P_1 , P_2 e P_3 . Com base nessas informações, indique qual seria o valor de maior e de menor pressão (P_1 , P_2 ou P_3) nas situações indicadas.

Apesar de o problema conter valores para se calcular as áreas das faces do tijolo, este poderia ser respondido mediante saber quais das faces do tijolo seriam a maior, a menor e a intermediária, fazendo relação com a pressão. Assim, só tivemos as categorias de respostas “I – menor pressão, III – maior pressão”, “erraram” e “não responderam”.

Tabela 39: Categorias de respostas dos alunos da questão 5 do teste final

CATEGORIA	QUANTIDADE	ACERTOS (%)
I – menor pressão; III – maior pressão	7	28,00
Errado	13	52,00
Não responderam	5	20,00

Fonte: os autores

Tivemos um percentual de erro em 52%, demonstrando que não houve assimilação nessa relação em que pressão e área de aplicação da força são grandezas inversamente proporcionais. A turma vinha no decorrer da aplicação deste trabalho demonstrando que aplica em quaisquer dos problemas apenas as relações diretamente proporcionais entre grandezas que, neste caso do problema, não se aplica.

Quadro 32: pergunta 6 do teste final

6. (UFSM-RS) Referindo-se à estrutura física, uma das causas importantes da degradação do solo na agricultura é a sua compactação por efeito das máquinas e da chuva. Um trator tem rodas de grande diâmetro e largura para que exerça contra o solo, um valor de menor

a) pressão. b) força c) peso d) energia e) atrito

Na aplicação do problema do quadro 29, de cunho objetiva, a turma deveria apenas indicar o tipo de grandeza que permeava a situação descrita: pressão.

Tabela 40: Categorias de respostas dos alunos da questão 6 do teste final

CATEGORIA	QUANTIDADE	ACERTOS (%)
Acerto: letra a	23	92,00
Erraram	1	4,00
Não responderam	1	4,00

Fonte: os autores

Nela, obtivemos 92% de acertos, mostrando que uma aplicação direta de conceito sobre uma questão objetiva não criou nenhuma dificuldade para que turma a resolvesse.

O próximo problema, no quadro 30, abordou cálculo de pressão utilizando não uma força dada, mas sim a massa do avião e a aceleração da gravidade, o que exigiu da turma calcular primeiro a força peso para só depois calcularem a pressão utilizando a área dada. Vejamos como ficou as respostas:

Quadro 33: pergunta 7 do teste final

7. (PUC-RJ) Um avião utilizado na ponte aérea entre Rio e São Paulo é capaz de voar horizontalmente com uma carga máxima de 63.000,0 kg. Sabendo que a área somada de suas asas é de 108,0 m², é correto afirmar que a diferença de pressão nas asas da aeronave, que promove a sustentação durante o voo, equivale a quanto? Considere $g = 10,0 \text{ m/s}^2$.

Seguindo a mesma tendência de demais questões, o percentual de erros foi de 56%. Para acertos, apenas 1 aluno conseguiu aplicar de forma como foi explicada anteriormente.

Tabela 41: Categorias de respostas dos alunos da questão 7 do teste final

CATEGORIA	QUANTIDADE	ACERTOS (%)
Utilizaram equação, respondeu corretamente, apresentando unidades.	1	4,00
Erraram	14	56,00
Não fizeram	10	40,00

Fonte: os autores

Finalizando a análise da aplicação do teste final, tivemos a questão 8 do quadro 31, na qual o conteúdo cobrado foi pressão, conceitos e aplicação de equações. No item a) foi perguntado pelo valor da massa do tambor com água; no item b), foi a pressão do peso da água exercida no fundo do tambor; no item c), uma pergunta comum e no item d) foi exigido a relação entre pressão e área. Vejamos na tabela 41, logo após a questão.

Quadro 34: pergunta 8 do teste final

8. José precisa carregar um tambor de água do chafariz até a sua casa. Para saber se consegue suportar carregar o tambor, José precisará do nosso auxílio. Ele nos informou que a área da base do tambor vale $0,5 \text{ m}^2$ e a altura $h = 1,0 \text{ m}$. Sabendo que a densidade da água é de aproximadamente 1000 kg/m^3 , determine:

- a) Qual a massa de água contida no tambor que José deverá carregar?
- b) Qual é a pressão exercida, pela água, no fundo do tambor? Considere $g = 10,0 \text{ m/s}^2$
- c) Você acredita que José conseguiria levar esse tambor no braço? Justifique a sua resposta.
- d) Se José for deslocar o tambor com o auxílio de um automóvel, qual seria a posição que ele exerceria menor pressão no assoalho do veículo? De pé ou deitado? Justifique a sua resposta.

Como este problema foi aplicado em uma aula à parte, tivemos a participação de apenas 20 alunos. Vejamos como ficou os números:

Tabela 42: Categorias de respostas dos alunos da questão 8, quesito a) do teste final

CATEGORIA (a)	QUANTIDADE	ACERTOS (%)
Utilizaram equação, respondeu correto, apresentando unidades.	1	5,00
Utilizaram equação, respondeu correto, sem as unidades.	7	35,00
Erradas	2	10,00
Não responderam	10	50,00

Fonte: os autores

Considerando as duas primeiras categorias de respostas como certas, tivemos 40% de acertos, subindo o percentual com relação as outras questões. Mas mesmo assim, o índice de alunos que não responderam foi alto: 50%.

Tabela 43: Categorias de respostas dos alunos da questão 8, quesito b) do teste final

CATEGORIA (b)	QUANTIDADE	ACERTOS (%)
Utilizaram equação, respondeu correto, apresentando unidades.	1	5,00
Utilizaram equação, respondeu correto, sem as unidades.	2	10,00
Erradas	9	45,00
Não fizeram	8	40,00

Fonte: os autores

Assim como no exercício de fixação II na questão 2 do quadro 18 foi exigido da turma que para resolver corretamente esta questão deveria primeiro calcular o peso e, em seguida, a pressão exercida, o índice de acerto aqui ficou pequeno, em 15%, considerando o número de alunos que não identificaram as unidades nas respostas.

Tabela 44: Categorias de respostas dos alunos da questão 8, quesito c) do teste final

CATEGORIA (c)	QUANTIDADE	ACERTOS (%)
Utilizaram equação, respondeu correto, apresentando unidades.	13	65,00
Resposta atribuída e densidade muita.	7	35,00

Fonte: os autores

O percentual assertivo aqui foi de 65%, pois em se tratando de questões que cobraram conceitos, a turma de deu melhor.

Tabela 45: Categorias de respostas dos alunos da questão 8, quesito d) do teste final

CATEGORIA (d)	QUANTIDADE	ACERTOS (%)
Responderam deitado, pois o corpo se dispõe em posição de maior área, ocasionando menos pressão.	2	10,00
Responderam deitado, pois o corpo divide o peso.	8	40,00
Erradas	10	50,00

Fonte: os autores

Considerando as categorias de respostas “responderam deitado, pois o corpo se dispõe em posição de maior área, ocasionando menos pressão” e “responderam deitado, pois o corpo divide o peso” como acertos, tivemos metade da turma acertando as questões.

Identificamos alguns indícios de evolução conceitual em situações a partir da aplicação da UEPS, mas a dificuldade de se trabalhar com questões que necessitam de abordagem matemática ainda foi muito evidente.

Capítulo 5 - Considerações Finais

Como já foi relatado anteriormente, o presente trabalho é ancorado na aprendizagem significativa de Ausubel e na Unidade de Ensino Potencialmente Significativa de Marco Antônio Moreira. O bom funcionamento da UEPS antes mesmo de sua finalização de elaboração e aplicação precisa ter algo de extrema importância, já citado por (Moreira, 2011): o discente tem que escolher aprender significativamente. Com base nisso, o sucesso de aplicação, coleta e resultados da unidade de ensino potencialmente significativa vai sair melhor se assim os discentes escolherem aprender: significativamente.

Mediante coletas apresentadas, tanto dos questionários inicial e final, quanto da aplicação da UEPS, analisamos os resultados a partir de duas categorias – aprendizado dos conceitos e habilidades de resolução de problemas a partir de valores e fórmulas – onde as médias percentuais das categorias “aprendizado de conceitos” representado pela letra (A) e “resolução de problemas”, representado pela letra (B), juntamente com seus respectivos percentuais de “erros e sem respostas” tanto para a categoria “A” quanto para a “B” seguem uma análise inicialmente quantitativa logo a seguir:

Aprendizado de Conceitos (A)	32,98 %
Resolução de Problemas (B)	7,40 %
Erros e sem respostas (A)	67,02 %
Erros e sem respostas(B)	92,60 %
Fonte: os autores	

Aprendizado de Conceitos (A)	53,54 %
Resolução de Problemas (B)	53,35 %
Erros e sem respostas (A)	46,46 %
Erros e sem respostas(B)	46,65 %
Fonte: os autores	

Tabela 48: Categorias e médias percentuais em Teste Final

Aprendizado de Conceitos (A)	57,70 %
Resolução de Problemas (B)	30,40 %
Erros e sem respostas (A)	42,30 %
Erros e sem respostas(B)	69,60 %
Fonte: os autores	

Partindo dos relatos feitos para cada questão, seja no teste inicial, na UEPS ou no teste final, analisamos durante estes relatos que a aprendizagem de conceitos sobre pressão e densidade obteve no teste inicial uma média percentual de aproximadamente 33%, evoluindo para uma média percentual de 53,54% na UEPS, finalizando no teste final com um valor que seria bem próximo ao coletado no percentual da UEPS de 57,70%. O aumento não chegou a dobrar o valor, porém, vale enfatizar que muitas questões durante a aplicação da UEPS e no teste final tiveram percentual assertivo de até 100% de acerto, sendo que outras 6 questões obtiveram índices de acertos de mais de 74%, o que mostra num panorama geral que houve um ganho significativo de aprendizagem de conceitos na aplicação desse produto educacional.

Com relação a análise feita nas questões categorizadas como “resolução de problemas, foram analisadas as subcategorias “utilizou equação, fez os cálculos necessários, apresentou resultado e unidades” e “utilizou equação, fez os cálculos necessários, apresentou resultado sem unidades” que, no fim, ambas foram englobadas como acertos. Na aplicação do teste inicial, a turma apresentou média percentual de 7,40%, o que já era de se esperar, pois as dificuldades em lidar com equações e cálculos é algo pertinente num panorama à nível nacional.

Porém, durante a aplicação da UEPS, esse percentual sai dos 7,40% para 53,53%, o que demonstrou um avanço expressivo, provavelmente, pela atuação do professor durante suas exposições dialogada sobre densidade e pressão, utilizando as equações e resolvendo exemplos que auxiliaram os alunos.

Mediante o resultado anterior, exitoso, surge na análise dos dados do teste final um percentual inesperado em comparação ao percentual obtido na aplicação da UEPS: a turma atinge apenas 30,40% de acertos, o que para nós foi surpreendente, pois esperávamos um resultado melhor.

A UEPS foi o veículo que conduziu o diagnóstico no teste inicial aos resultados no teste final. O contexto que menos foi exitoso nessa aplicação foi na categoria “resolução de

problemas”, que se mostrou baixo no teste inicial, evoluiu na UEPS e, no teste final, houve redução do percentual de acerto com relação ao percentual anterior.

Vale salientar que a intervenção do professor em sala de aula foi fundamental para conduzir as explicações e argumentações, que permitiram a discussão e a interpretação do tema de forma mais significativa, permitindo observar, avaliar, adequar e validar as ações dos alunos no processo de ensino e de aprendizagem.

Da análise dos resultados, podemos concluir que a UEPS proporcionou nos alunos uma predisposição a aprender e buscar o conhecimento de uma forma ativa, também podemos dizer que houve uma evolução conceitual significativa acerca do tema densidade e pressão.

Considerando os princípios que determinam a aprendizagem significativa, conforme descritos por Moreira (2011), concluímos que a UEPS sobre densidade e pressão tem o potencial de ser um material potencialmente significativo, contribuindo para mudanças na postura da ação pedagógica do professor. Ressalto aqui também que as observações do professor são mais verossímeis do que os resultados aqui relatados.

Referências Bibliográficas

BRASIL, Censo Escolar 2016: Notas Estatísticas. Brasília. INEP. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/censo_escolar/notas_estatisticas/2017/notas_estatisticas_censo_escolar_da_educacao_basica_2016.pdf>. Acesso em 11 mar. 2018.

BRASIL, Lei nº 9 394, de 20 de dezembro de 1996: Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Diário Oficial da União, Brasília, nº 248, de 23 de dezembro de 1996. MEC. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/lei9394_ldbn1.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2018.

BRASIL, PCN+. Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Brasília: MEC/ SEMTEC, 2004.

EXERCÍCIOS BRASIL ESCOLA. Disponível em: <<https://exercicios.brasilecola.uol.com.br/exercicios-quimica/exercicios-sobre-densidade.htm>> Acesso em: 18 de set. 2017.

EDUCAÇÃO ADVENTISTA. Disponível em: <<http://blog.educacaoadventista.org.br/professoraluciana/arquivos/exercicios-densidade-e-pressao.pdf>>. Acesso em: 13 set. 2017

FÍSICA E VESTIBULAR. Disponível em: <<http://www.fisicaevestibular.xpg.com.br/futebol%20nas%20alturas.htm>>. Acessado em 13/set/17.

GASPAR, Alberto. Compreendendo a física: ensino médio, vol. 1. São Paulo: Ática, 2014, Vol. 1.

GASPAR, Alberto. Cinquenta anos de ensino de física: muitos equívocos, alguns acertos e a necessidade do resgate do papel do professor. XV Encontro de Físicos do Norte e Nordeste. p.1 à p. 13, Doc Player. Disponível em: <https://docplayer.com.br/34603541-Cinquenta-anos-de-ensino-de-fisica-muitos-equivocos-alguns-acertos-e-a-necessidade-do-resgate-do-papel-do-professor.html>. Acesso em 25 ago. 2018.

LIMA, J. A Física em Cordel. Disponível em: <<http://afisicaemcordel.blogspot.com/search/label/NOSSOS%20CORD%C3%89IS>> Acesso em: 13 set. 2017.

MOREIRA, M. A. *Al final, que és aprendizagem significativo?* *Qurriculum (La Laguna)*, v. 25, p. 4, 2012. UFRGS. Disponível em: <<http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf>>. Acesso em: 19 mai. 2018.

MOREIRA, M. A. Unidade de Ensino Potencialmente Significativa - UEPS. Pg.2, 2011. UFRGS. Disponível em: < <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/UEPSport.pdf>>. Acesso em: 13 dez. 2017

NOVAK, JOSEPH D. *Aprender, Criar e Utilizar o Conhecimento*. Editora Plátano. Lisboa, Julho de 2000.

NOVAK, J.D. (1977 a). *A theory of education*. Ithaca, NY: Cornell University Press.

PINTE O MUNDO SUPER COLORING. Disponível em: <http://www.supercoloring.com/pt/silhuetas/mao>. Acessado em 09/set/17.

RIBEIRO. Tiago Nery. O ensino de razões trigonométricas no triângulo retângulo a partir de situações aplicadas à física: um estudo baseado nas unidades de ensino potencialmente significativas (UEPS), 2014. Disponível em: <<https://s3.amazonaws.com/pgsskroton-teses/94d31c20ec58a2fad699c638c7e87861.pdf>>. Acesso em: 08 abr. 2018.

SERGIPE. Portaria N° 6864/2017 de 02 de Agosto de 2017 - (Estabelecer as Diretrizes para a Implantação do Programa de Intensificação da Aprendizagem para Alunos com Baixo Desempenho Escolar, no âmbito da Secretaria de Estado da Educação, e dá providências correlatas.) Disponível em: <<http://www.seed.se.gov.br/documentos-leis.asp>>. Acesso em: 03 fev.2018

YIN, Roberto K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 2ª Ed. Porto Alegre. Editora: Bookmam. 2001. Disponível em: <https://saudeglobaldotorg1.files.wordpress.com/2014/02/yin-metodologia_da_pesquisa_estudo_de_caso_yin.pdf>. Acesso em: 30 set. 2017.

VESTIBULANDO. Disponível em: <<https://www.vestibulandoweb.com.br/fisica/hidrostatica.pdf>>. Acessado em 13/set/17.

APÊNDICE

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DEPARTAMENTO DE FÍSICA
Programa de Pós-Graduação Profissional em Ensino de Física

**PROPOSTA DE UMA UEPS PARA DESENVOLVER OS TEMAS
DENSIDADE E PRESSÃO NO ENSINO MÉDIO**

Eduardo Conceição Fortaleza

Produto Educacional apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Sergipe no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:
Tiago Nery Ribeiro

São Cristóvão/SE
Setembro de 2018

SUMÁRIO

<i>Prefácio</i>	81
<i>Etapas da sequência didática</i>	83
<i>Planos de aulas</i>	84
<i>Aula 1: Teste Inicial</i>	89
<i>Aula 2: Situação Inicial</i>	91
<i>Aula 3: Situação Problema</i>	93
<i>Aula 4: Exposição Dialogada sobre densidade</i>	96
<i>Aula 5: Exposição Dialogada sobre pressão</i>	103
<i>Aula 6: Nova Situação Problema</i>	106
<i>Aula 7: Teste Final</i>	109
<i>Referências Bibliográficas</i>	112
<i>Lista de Figuras</i>	113
<i>Lista de Siglas</i>	113

Prefácio

Caro professor, é com imensa satisfação que apresento a você Unidade de Ensino Potencialmente Significativa - UEPS sobre os conteúdos de densidade e pressão, baseadas nos princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e referenciada nos trabalhos de Marco Antônio Moreira sobre a UEPS. Este produto educacional, como chamamos no curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, surge da nossa inquietação com o defasado ensino de ciências, em especial da física, com a incompreensão diária dos nossos alunos com os conteúdos apresentados mediante um cenário de pouca estrutura tanto física quanto didática para lecionar, de modo a significar os conhecimentos compartilhados em sala.

Em nossos dez anos em sala de aula, tanto de escolas públicas como privadas, sempre procuramos abordar da melhor maneira os conteúdos de física em suas mais diversas áreas, mediante a observação dos alunos com as mais diversas demandas, seja ela social, econômica, intelectual, entre outras. Esperamos que você goste do trabalho, pois nele contem teste inicial e final para obter informações dos conhecimentos prévios e indícios de aprendizagem dos discentes, textos com temas diversos envolvendo densidade e pressão, questionários e exercícios abordando os conceitos aqui propostos, além de experimentos lúdicos e de fácil construção que tem o potencial de motivar a turma. Então, mãos à obra e um excelente trabalho!

ETAPAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

AULA	ETAPAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	TEMPO
01	Aplicação do teste inicial para verificação dos conhecimentos prévios da turma	50 MIN
02	Leitura do texto sobre Invasão do mar no rio São Francisco	10 MIN
	Resolução de questionário sobre o texto	15 MIN
	Discussão acerca das respostas obtidas pela turma	25 MIN
03	Leitura do texto sobre o faquir e a cama de prego	5 MIN
	Apresentação da mão de prego e balões para experimento	3 MIN
	Previsão escrita sobre estoura ou não os balões em áreas diferentes	7 MIN
	Aplicação do experimento	20 MIN
	Discussão sobre previsões e resultados obtidos pós experimentação	15 MIN
04	Leitura de um cordel sobre hidrostática e resolução de questionário	10 MIN
	Apresentação dos materiais para experimento “afunda ou flutua?”	2 MIN
	Previsão escrita sobre afundar ou flutuar dos objetos postos em água doce e depois em água salgada	3 MIN
	Aplicação do experimento “afunda ou flutua?”	10 MIN
	Discussão sobre previsões e resultados obtidos pós experimentação	5 MIN
	Aula expositiva sobre densidade	5 MIN
	Resolução de pequeno questionário	5 MIN
Resolução e correção de Exercício de Fixação I	10 MIN	
05	Atividade a partir de uma tirinha de quadrinho sobre afundar em areia movediça	2 MIN
	Resolução de uma pergunta sobre a tirinha de quadrinho	3 MIN
	Discussão acerca das respostas dadas pela turma	3 MIN
	Aula expositiva sobre pressão	22 MIN
	Resolução e correção de Exercício de Fixação II	20 MIN
06	Resolução de uma pergunta sobre pressão atmosférica e altitude	3 MIN
	Leitura do texto sobre futebol e reações do corpo humanos em diferentes altitudes com relação a pressão atmosférica	7 MIN
	Discussão e apresentação do conteúdo sobre pressão atmosférica	20 MIN
	Resolução de questionário sobre o texto	20 MIN
07	Aplicação do teste final para verificação de indícios de aprendizagem sobre densidade e pressão	50 MIN

PLANOS DE AULA

Plano de aula: AULA 02 –SITUAÇÃO INICIAL
Turma: 2ª Série do Ensino Médio
TEMA
Densidade
DURAÇÃO
50 minutos, tendo divisões no tempo de execução de cada instrumento aplicado
OBJETIVO GERAL
Abordar em linhas gerais, a partir de um texto, a densidade e sua aplicação numa situação cotidiana.
OBJETIVOS ESPECÍFICOS
<ul style="list-style-type: none">• Realizar a leitura de texto relacionado a fato cotidiano e regional acerca do tema densidade;• Aplicar questionário baseado no texto;• Discutir as respostas dadas acerca do conceito densidade.
CONTEÚDOS
Densidade: introdução ao conceito e suas variáveis;
MATERIAL UTILIZADO
Caderno da UEPS;
METODOLOGIA APLICADA
Leitura de texto, resolução de questionário e discussão acerca das respostas obtidas;
RESULTADO ESPERADO
Que ao final da aula, os alunos tenham compreendido a importância da densidade no contexto do qual ela foi abordada e perceber que volumes e massas não são grandezas que dão proporção somente por seus valores medidos.

Plano de aula: AULA 03 –SITUAÇÃO PROBLEMA
Turma: 2ª Série do Ensino Médio
TEMA
Pressão
DURAÇÃO
50 minutos, tendo divisões no tempo de execução de cada instrumento aplicado
OBJETIVO GERAL
Apresentar o conceito de pressão através de um texto informativo e no qual é possível mostrar as grandezas envolvidas no questionário proponho conteúdo
OBJETIVOS ESPECÍFICOS
<ul style="list-style-type: none"> • Realizar a leitura de texto relacionado a fato cotidiano e regional acerca do tema densidade; • Aplicar o aparato experimento do Faquir para a abordagem do conceito de pressão; • Discutir as respostas a respeito da previsão e dos resultados da experimentação;
CONTEÚDOS
Pressão: introdução ao conceito e suas variáveis;
MATERIAL UTILIZADO
Caderno da UEPS, mão de prego e balões;
METODOLOGIA APLICADA
Leitura de texto, resolução de questionário, experimento aplicado e discussão acerca das respostas previstas e das respostas obtidas;
RESULTADO ESPERADO
Que ao final da aula, a turma tenha conseguido verificar a relação entre força aplicada e a área de aplicação dessa força;

Plano de aula: AULA 04 –EXPOSIÇÃO DIALOGADA SOBRE DENSIDADE
Turma: 2ª Série do Ensino Médio
TEMA
Densidade
DURAÇÃO
50 minutos, tendo divisões no tempo de execução de cada instrumento aplicado
OBJETIVO GERAL
Trabalhar o conceito de densidade, abordando questões que envolvam a relação matemática entre densidade, massa e volume.
OBJETIVOS ESPECÍFICOS
<ul style="list-style-type: none"> • Discutir alguns conceitos da hidrostática a partir da leitura do cordel; • Abordar o conceito de densidade a partir de uma prática experimental na qual relacione a densidade entre substância; • Discutir situações didáticas acerca do conteúdo densidade.
CONTEÚDOS
Densidade: conceito e suas variáveis na equação $d = m/V$;
MATERIAL UTILIZADO
Caixa organizadora, lápis, borracha, clip para papel, acrílico, ovos cru e cozido, sal, água e caderno da UEPS.
METODOLOGIA APLICADA
Leitura de texto, resolução de questionário e aplicação do experimento “afunda ou flutua”.
RESULTADO ESPERADO
Que ao final da aula, possamos identificar indícios de aprendizagem sobre densidade, a partir dos discursos proferidos em aula;

Plano de aula: AULA 05 –EXPOSIÇÃO DIALOGADA SOBRE PRESSÃO
Turma: 2ª Série do Ensino Médio
TEMA
Pressão
DURAÇÃO
50 minutos, tendo divisões no tempo de execução de cada instrumento aplicado
OBJETIVO GERAL
Trabalhar o conceito de pressão, abordando questões que envolvam a relação matemática entre pressão, força e área.
OBJETIVOS ESPECÍFICOS
<ul style="list-style-type: none"> • Instigar a turma a compreender a existência de pressão, força e área na situação problema da tirinha em quadrinhos de garotos na areia movediça; • Analisar e discutir sobre as respostas obtidas no questionário após explanação da tirinha em quadrinhos de garotos na areia movediça; • Discutir situações didáticas acerca do conteúdo pressão;
CONTEÚDOS
Pressão: conceito e suas variáveis na equação $P = F/A$;
MATERIAL UTILIZADO
Caderno da UEPS.
METODOLOGIA APLICADA
Aula expositiva participativa, resolução de questionário, análise e discussão acerca das respostas dadas pelos alunos.
RESULTADO ESPERADO
Que ao final da aula, possamos identificar indícios de aprendizagem sobre o conteúdo Pressão, a partir dos discursos proferidos em aula;

Plano de aula: AULA 06 –NOVA SITUAÇÃO PROBLEMA
Turma: 2ª Série do Ensino Médio
TEMA
Noções sobre pressão atmosférica
DURAÇÃO
50 minutos, tendo divisões no tempo de execução de cada instrumento aplicado
OBJETIVO GERAL
Aprofundar um pouco mais o conceito de pressão, partindo de uma situação envolvendo altitude, quantidade de ar e pressão atmosférica.
OBJETIVOS ESPECÍFICOS
<ul style="list-style-type: none"> • Assimilar o conceito de pressão a partir da utilização de um texto sobre o tema pressão atmosférica; • Discutir acerca do tema pressão em situações práticas e cotidianas;
CONTEÚDOS
Noções sobre pressão atmosférica: conceito e aplicações cotidianas
MATERIAL UTILIZADO
Caderno da UEPS.
METODOLOGIA APLICADA
Leitura de texto jornalístico, resolução, análise e discussão de questionário.
RESULTADO ESPERADO
Identificar nos alunos indícios de aprendizagem sobre pressão atmosférica, vinculada as abordagens anteriores sobre pressão, a partir dos discursos das respostas dadas;

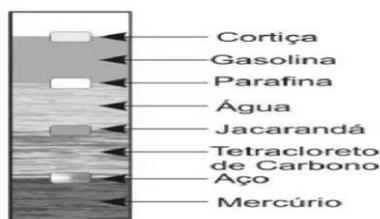
AULA 01: QUESTIONÁRIO INICIAL

Para a aplicação do questionário inicial para verificação de conhecimentos prévios existentes em cada discente da turma, foi esclarecida as dúvidas com relação a aplicação do questionário, o mesmo foi aplicado num tempo de 50 minutos, a duração de uma aula.

O questionário foi apresentado e analisado por um grupo de 5 professores de física, em regência de classe, para que pudessem verificar parâmetros como coerência, coesão e adequação das questões para que pudessem ser aplicadas. Os docentes envolvidos propuseram alterações e sugestões que foram prontamente atendidas.

Questionário

1 - (ANDRADE, RIVED, UFPB, 2006). Observe a figura 7 logo abaixo da questão. Sabe-se que as diferenças de densidades entre sólido e/ou líquido em um mesmo espaço (recipiente) permite mostrar que o menos denso ascende (sobe) e o mais denso desce. Então, a partir da figura acima, responda:



- Qual o líquido mais denso?
- Qual o líquido menos denso?
- Qual sólido mais denso?
- Qual o sólido menos denso?
- Quais as substâncias mais densas que a água?
- Quais as substâncias menos densas que a água?

2 - A densidade da água doce é aproximadamente 1,0 kg/L à temperatura ambiente. A densidade da água do mar é cerca de 1,04 kg/L. A partir destas informações, responda as questões abaixo:

- Por que a água do mar tem densidade maior que a água doce?

b) É mais fácil aprender a nadar na água do mar (salgada) ou na água de um rio (doce)? Desconsidere fatores como o movimento das ondas e a correnteza dos rios. Justifique a sua resposta.

c) Se um cubo metálico maciço de 0,10 m de aresta possui massa igual a 1kg for atirado no mar, ele deve flutuar ou afundar? Justifique a sua resposta, partindo do volume do cubo, para calcular a densidade dele, comparando com a densidade da água do mar.

Adote: 1m^3 equivale a 1000L

3 – (ANDRADE, RIVED, UFPB, 2006). Em uma balança coloca-se um litro de água e um litro de óleo, como ilustrado na figura 8, logo abaixo. Percebe-se que apesar do mesmo volume, os recipientes com água e óleo não se equilibram. Como você explicaria o desequilíbrio da balança, baseando-se em seus conhecimentos físicos?



4 – Uma faca afiada corta melhor que uma faca “cega”. Explique, partindo dos conceitos de pressão, força e área, porque isso acontece.

5 – Em um passeio realizado ao Parque Nacional da Serra de Itabaiana, situado entre os municípios de Itabaiana e Areia Branca no estado de Sergipe, o guia que nos acompanhava nos informou que: “a serra é o segundo ponto mais alto do relevo do estado de Sergipe, com 659 metros de altitude, por isso ao subir a pressão atmosférica vai diminuindo”. Essa informação está correta? Você saberia explicar porque isso ocorre?

6 – Uma pessoa cujo peso é 720 N está parada sobre o solo, apoiada nos dois pés. Admitindo que a área do solado de cada um dos sapatos seja de 120 cm^2 , qual a pressão, em N/m^2 , que a pessoa exerce sobre o solo? Adote $1\text{ cm}^2 = 0,0001\text{ m}^2$.

AULA 02: SITUAÇÃO INICIAL

Nesta etapa foi aplicado um texto retirado de um site na internet sobre o aumento da salinidade da água no baixo São Francisco, suas causas e consequências para o rio e a população ribeirinha. Em seguida, após a leitura, foi aplicado algumas perguntas acerca do texto e sobre densidade.

Interferência no Rio São Francisco faz água do mar invadir seu leito

Redução de vazão causa crise de abastecimento e sumiço de peixes



Figura 1 – pescador lançando rede no rio São Francisco

Fonte: <https://oglobo.globo.com/sociedade/sustentabilidade/interferencia-no-rio-sao-francisco-faz-agua-do-mar-invadir-seu-leito-19443562>

JUAZEIRO (BA) — O Rio São Francisco está perdendo a batalha com o mar. Por causa da estiagem dos últimos anos, a vazão após a barragem de Xingó vem sendo paulatinamente reduzida desde o início de 2013. Sem força, o Velho Chico é invadido pela água salgada do Atlântico, num fenômeno conhecido como cunha salina, que provoca alterações no ecossistema e afeta o dia a dia das comunidades ribeirinhas (...)

MARÉ DE SAL

Fenômeno conhecido como cunha salina altera o ecossistema do rio e afeta comunidades ribeirinhas

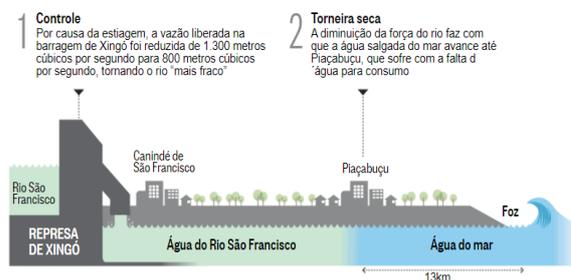


Figura 2 - Agência Nacional de Águas (ANA) e Cia. De Saneamento de Alagoas (CASAL)

Fonte: <https://oglobo.globo.com/sociedade/sustentabilidade/interferencia-no-rio-sao-francisco-faz-agua-do-mar-invadir-seu-leito-19443562>

De acordo com a Companhia de Saneamento de Alagoas (Casal), a concentração de cloreto na água da região variava entre 10 e 20 miligramas por litro,

mas hoje chega a 1,8 grama por litro durante a maré alta. Por isso a captação é interrompida, já que a recomendação para potabilidade é de até 250 miligramas(...)

A recomendação é que a vazão liberada pela Usina Hidrelétrica de Xingó seja de ao menos 1.300 metros cúbicos por segundo (m^3/s), mas por causa da estiagem, ela foi reduzida pela primeira vez em abril de 2013, para 1.100 m^3/s (...)

Segundo dados mais recentes, encontrados no site G1 Globo, a vazão no mês de abril está estimada em 600 m^3/s .

Adaptado da fonte: <https://oglobo.globo.com/sociedade/sustentabilidade/interferencia-no-rio-sao-francisco-faz-agua-do-mar-invadir-seu-leito-19443562>. Acessado em 07/set/17. Fonte: <https://g1.globo.com/se/sergipe/noticia/baixo-sao-francisco-tera-vazao-media-elevada-em-maio.ghtml>. Acessado em 30/04/18

Questionário de Verificação da Aprendizagem I

Com relação ao texto *Interferência no Rio São Francisco faz água do mar invadir seu leito*, verifica-se que há informações sobre vazão, causas e consequências, como prejuízos ao ecossistema e ao povo ribeirinho que necessitam tanto da água doce do Rio São Francisco que, no momento, passa por um processo de salinização devido à invasão das águas do mar.

Com base no texto apresentado e lido em sala, respondam os **questionamentos abaixo acerca do texto**:

1. Sabemos que a composição da água doce e a composição da água salgada são diferentes. Se você puder captar 100 ml de água doce e 100 ml de água salgada, ou seja, mesmo volume de ambas as amostras, e medir a massa (“pesar”) numa balança digital, os valores medidos das massas seriam iguais ou diferentes? Justifique sua resposta.
2. Se você puder captar duas amostras de mesma massa de água, como por exemplo, 100 g de água doce e 100 g de água salgada e medir seus volumes em recipientes graduados em mililitros, os valores encontrados dos volumes seriam iguais ou diferentes? Justifique sua resposta.
3. Com a modificação da composição química da água, nós acabamos de identificar uma grandeza importante tanto no estudo da química quanto para a física, você consegue identificar o nome dela?

AULA 3: SITUAÇÃO PROBLEMA

O texto relata sobre o uso de camas de pregos em eventos escolares e pelos ¹²faquirs (figura 5) na Ásia, como forma de meditação e alívios de enfermidades. Esse texto vem a seguir:

Uma cama de pregos é um uma peça retangular de madeira, do tamanho de uma cama, com pregos apontando para cima e para fora. Para o espectador alguém deitado sobre esta "cama" seria ferido pelos pregos, mas isso não acontece. (...)

O dispositivo é utilizado em física e demonstrações de truques de mágica. Um exemplo famoso requer um voluntário para deitar em uma cama com vários pregos e uma placa é colocada sobre a pessoa. Blocos de concreto são colocados no tabuleiro e depois esmagado com uma marreta. Apesar da força, aparentemente inevitável, o voluntário não é prejudicado (...)



Figura 3 - faquir em cama de pregos

Fonte: a mesma do texto

A cama de pregos é usada por alguns para a meditação, particularmente na Ásia, e para certos benefícios de saúde, tais como alívio de dor nas costas. (...)

Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Cama_de_pregos, Acessado em 09/set/17.

¹²É um “desenvolvedor espiritual” que executa feitos de resistência ou de suposta magia, como caminhar sobre fogo, engolimento de espada ou deitar-se sobre pregos.

Experimentação: O experimento do faquir

1. Previsão

Os estudantes realizam previsões, que devem ser registrados, antes de assistir à demonstração, no qual teremos três bexigas cheias de ar. As perguntas realizadas serão relacionadas às pressões exercida sobre as áreas A, B e C, como mostra a figura 6:

Pergunta 1: Temos três bexigas cheias de ar. Pressionando sobre as áreas A, B e C, o que deve acontecer com cada uma delas?

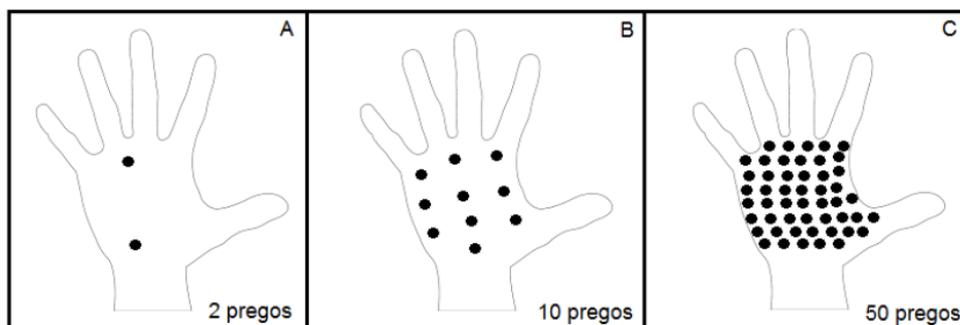
Pergunta 2: Na sua concepção, o que influencia na bexiga possivelmente explodir na situação acima?

Pergunta 3: Você consegue identificar que grandeza física está envolvida na situação acima?

2. Experimentando

* **Materiais utilizados:** mão de pregos, bexigas vermelhas, caderno contendo a UEPS; ver figura 4.

Será utilizada 1 base em madeira, medindo (20 x 60) cm², dividida em três áreas menores e iguais a (20 x 20) cm², todas com pregos fincados com as pontas para cima, em quantidades diferentes para cada pequena área.



¹³Figura 4 - Imagem da Google adaptada no *Paint* pelos autores.

¹³Fonte: <http://www.supercoloring.com/pt/silhuetas/mao> Acessado em 09/set/17.

Nesse momento, um aluno da turma será escolhido para apertar levemente a bexiga na área A, pedindo-o que relate o que aconteceu. Em seguida, far-se-á o mesmo com as outras áreas, B e C, relatando o aluno o que aconteceu, enfatizando que também aperte com a mesma intensidade com que pressionou a área A. Os demais alunos podem fazer o mesmo que o primeiro aluno, afim de conhecer o experimento, como mostra as figuras 7 e 8.

3. Explicação

Discutiremos a partir do registro das previsões e/ou manifestações dos estudantes a experimentação ou demonstração experimental, e, em seguida, os resultados com os mesmos. Importante refletir com os estudantes sobre o resultado, de forma a identificar se foi mantida a sua previsão inicial ou de que maneiras a experimentação confirmou ou contradisse esta previsão. Depois deve-se comparar esses pensamentos com outros estudantes.

AULAS 4: EXPOSIÇÃO DIALOGADA SOBRE DENSIDADE

Esta aula começa com a leitura de um cordel - *Estudo dos Fluidos: A Física em Cordel*. Este cordel foi lido individualmente e um pequeno questionário com 3 perguntas teve de ser respondido.

Temos a seguir um cordel versado no estudo da Hidrostática. Façamos a leitura, atentos a fragmentos que fazem menção ao estudo do conteúdo proposto.

¹⁴O Estudo dos Fluidos - A Física em Cordel

Por J. Lima

Peço licença aos leitores
Desse pequeno cordel
Para falar dos fluidos
Nesse pedaço de papel
De conceitos fundamentais
E não joguem ao léu!

Pra começo de conversa
Vamos saber o que é fluido
Ele é algo que pode escoar,
Vamos tratá-lo em miúdo
O bicho é um cabra frouxo
Se bater de lado vasa tudo

São os gases e os líquidos
Que compõe esse estudo
Hidrostática e hidrodinâmica
Forma a mecânica dos fluidos
Foi o grego Arquimedes

¹⁴Fonte do cordel: <http://afisicaemcordel.blogspot.com.br/2009/05/o-estudo-dos-fluidos.html>. Acessado em 13/09/2017.

Que começou isso tudo

Hidrostática estuda o fluido
Quando ele está em repouso
Vai estudar a densidade
Desse cabra genioso
A massa específica, a pressão!
E as manhas desse teimoso (...)

Massa específica e densidade
São conceitos intrigantes
Um parece muito com o outro
Vamos entender num instante.
Massa específica é razão
Da massa e volume dominante

A densidade é relativa
Ela é as massas divididas
De duas substâncias,
Num só volume contidas,
No sistema internacional
Em Kg/m^3 é medida.

Vou falar sobre a pressão
Que é a força exercida
Sobre uma determinada área
Assim ela é bem definida
Uma força exerce maior pressão
Quanto menor for a área atingida (...)

É notório que o texto (cordel) apresenta fragmentos de grandezas e unidades relacionados ao que já foi exposto em aulas anteriores sobre a Hidrostática. Abaixo, segue uma atividade:

Questionário

Pergunta 1: Na sua concepção, o que significa fluido? Dê alguns exemplos de substâncias fluidas.

Pergunta 2: Para você o que significa a palavra Hidrostática?

Pergunta 3: Quais as grandezas físicas discutidas na situação inicial e situação problema que você identificou no cordel?

Após a aplicação do cordel, foi proposto um experimento a turma, cujos materiais para o ensino de densidade foram: *caixa organizadora, sal, água, ovo cru, ovo cozido, cliques para papel, lente de acrílico, régua, corretivo e um lápis.*

Experimentação: Quem afunda e quem flutua em diferentes fluidos?

Objetivos do experimento

A partir de situações práticas de quem afunda ou flutua em diferentes fluidos, discutir o conceito de densidade e a relação entre as densidades de alguns objetos sólidos em meio fluido.

Materiais utilizados

- Uma caixa organizadora que será utilizada como aquário;
- Ovo cru e cozido;
- Corretivo, lápis e borracha;
- Clip para papel;
- Lente acrílica;

Será levado para a sala um recipiente, cheio de água, sendo que na primeira parte do experimento terá água “doce” e na segunda parte terá água salgada, saturada, e

alguns objetos, dos quais o professor poderá escolher. Estes serão soltos - objetos de formas e pesos diferentes, determinando se cada um deles flutua ou afunda no líquido.

Feitas as previsões e observações a partir do experimento, a turma deverá explicar, a partir de uma tabela com o nome dos objetos, se eles afundam ou flutuam, deixando alguns espaços em branco para futura correção das respostas dadas.

Observação

Os estudantes devem assistir à experimentação e expor o que pensam sobre o que ocorrerá com os objetos, pondo suas observações em nota no caderno UEPS.

Explicação

Deve-se discutir a partir do registro das previsões e/ou manifestações dos estudantes à experimentação ou demonstração experimental, e, em seguida, discutir o resultado com os mesmos. Importante refletir com os estudantes sobre o resultado, de forma a identificar se foi mantida a sua previsão inicial ou de que maneiras a experimentação confirmou ou contradisse esta previsão. Depois deve-se comparar esses pensamentos com outros estudantes.

Previsão

Os estudantes realizarão previsões, que devem ser registrados, antes de assistir à demonstração na tabela, apontando quais dos objetos listados afundam ou flutuam no meio aquoso.

Apresentados os materiais, os alunos terão que responder antes mesmo da prática se cada objeto afundaria ou boiaria em duas situações: primeira, em água “doce” e, depois, em água salgada.

De acordo com cada objeto exposto, eles marcarão A para objeto que *afunda* e F para objeto que *flutua* na tabela abaixo.

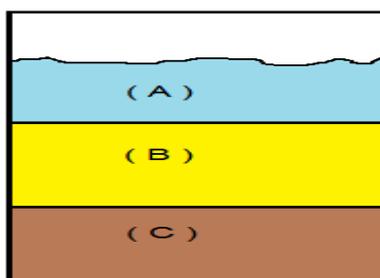
Tabela 1: relação de objetos, tipos de água e resposta dos alunos sobre o “Afunda ou flutua.”

Objeto	Vasilhame com água doce	Vasilhame com água salgada	Respostas pós experimentação
	Afunda ou flutua?		
Ovo cru			
Ovo cozido			
Lápis			
Borracha			
Clip metálico			
Acrílico			
Pote c/ corretivo			
Régua			

Fonte: os autores

Logo em seguida ao experimento, uma pergunta será apresentada aos alunos para que possam expor suas opiniões acerca da situação proposta:

1 - Numa prática em sala de aula, certa vez o professor trouxe três substâncias (A, B, C) não miscíveis - não se misturam – para pôr junta num só recipiente, com o intuito de estudar suas densidades. Observou-se que as substâncias ficaram dispostas como mostra a figura a seguir. Qual das substâncias seria mais densa? E a menos densa? Algum delas possui valor intermediário de densidade?



Após obtidas as respostas, o professor discutirá com a turmas as respostas previstas com a correta resposta. Por fim, para esta aula, será ministrada uma aula sobre densidade.

Conceituando a Densidade

O conceito de densidade está relacionado a massa de um corpo ou substância (m) e o volume (V) que este corpo possui:

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

Como há diversas unidades de massa e de volume, a unidade de densidade depende das demais unidades envolvidas. Vejamos algumas: g/cm³, g/ml, g/L, kg/m³. Abaixo segue algumas conversões:

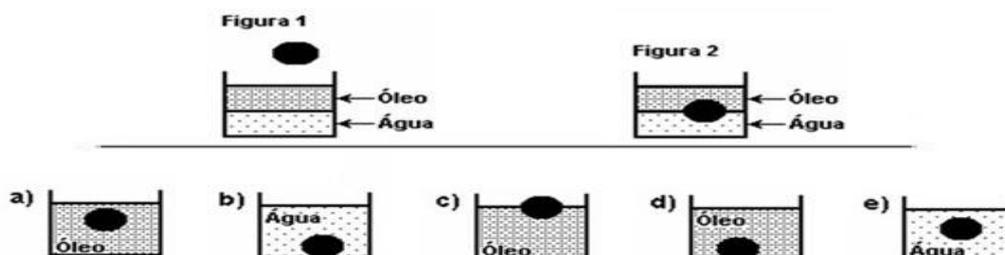
$$1 \frac{g}{cm^3} = 1 \frac{g}{mL} = 10^3 \frac{g}{L} = 10^3 \frac{kg}{m^3}$$

As densidades dos sólidos podem ser comparadas com as densidades dos líquidos, mostrando aqueles que são mais densos ou menos densos, assim como foi feito na pergunta 1 do questionário inicial e no afunda ou flutua do tópico anterior.

Exercício de Fixação I

Para concluir esta etapa, será aplicado um exercício de fixação dos conteúdos até aqui exposto. Segue a seguir:

1 - (Puc-PR/2006) Uma esfera é liberada em um recipiente contendo água e óleo. Observa-se que o repouso ocorre na posição em que metade de seu volume está em cada uma das substâncias (figura 18). Se a esfera fosse colocada em um recipiente que contivesse somente água ou somente óleo, a situação de repouso seria melhor representada pela opção abaixo:



2 - Um pedaço de pão é comprimido por uma pessoa, entre suas mãos.

- a) A massa do pedaço de pão aumenta, diminui ou não varia?
- b) E o volume do pedaço de pão?
- c) E a densidade do pão? Explique.

3 - Uma amostra de ouro tem 38,6 g de massa e 2 cm^3 de volume. Outra amostra, agora de ferro, tem massa de 78 g e volume de 10 cm^3 .

- a) Determine as densidades do ouro e do ferro.
- b) Dois corpos, maciços e homogêneos, de ouro e de ferro, respectivamente iguais, têm volumes iguais. Qual apresenta maior massa?
- c) Dois corpos, maciços e homogêneos, de ouro e de ferro, respectivamente, têm massas iguais. Qual apresenta maior volume?

4 - (ANDRADE, RIVED, UFPB, 2006). Em uma balança coloca-se um litro de água e um litro de óleo, como ilustrado na figura abaixo. Percebe-se que apesar do mesmo volume, os recipientes com água e óleo não se equilibram. Como você explicaria o desequilíbrio da balança, baseando-se em seus conhecimentos físicos?



AULAS 5: EXPOSIÇÃO DIALOGADA SOBRE PRESSÃO

Partindo da observação da situação que ocorre com os dois garotos na areia movediça, como mostra a figura que segue abaixo, o professor pedirá aos alunos que observem a forma como os dois garotos estão apoiados sobre a areia, tendo que o garoto A possui massa aparentemente maior (A) e o garoto B com massa aparentemente menor (B). Em seguida, foi solicitado aos alunos que respondessem à pergunta que vem logo após a figura B.7.



Figura 10-Situação de afunda ou não em areia movediça.

Fonte: <http://www.fisica.net/hidrostatica/pressao.php>

Pergunta 1: Por que o garoto A afundará mais rápido do que o garoto B? Indique motivos.

Logo após as respostas da turma e discussão sobre as variáveis que envolvem o conceito de pressão, o professor deve ministrar uma aula expositiva.

Conceituando a Pressão

A pressão de um corpo é a razão entre a força aplicada sobre este corpo e a área em que essa força atua:

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

Suas unidades dependem das unidades envolvidas na razão que determina os valores de pressão: N/m^2 , Pa, atm, Bar, Psi, libras/pol², etc.

Fiquem atentos as conversões de unidades, pois elas são de extrema importância em alguns problemas relacionados a pressão:

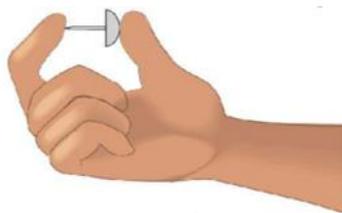
$$1 \frac{N}{m^2} = 1 Pa \quad 1 atm = 1.10^5 Pa \quad 1 bar = 1.10^5 Pa \quad 1 Psi \cong 6895 Pa \quad 1 bar \cong 14,7 Psi$$

Bom lembrar! A força aplicada sobre a superfície – área – pode ser, em casos que o corpo não sofre interação de forças externas, somente a força peso do corpo ou substância, que seria dado pela equação: $P = mg$.

Para concluir esta etapa, será aplicado um exercício de fixação dos conteúdos até aqui expostos.

Exercício de Fixação II

1 - José aperta uma tachinha entre os dedos, como mostrado nesta figura. A cabeça da tachinha está apoiada no polegar e a ponta, no indicador. Sejam F_i o módulo da força e P_i a pressão que a tachinha faz sobre o dedo indicador de José. Sobre o polegar, essas grandezas são, respectivamente, F_p e P_p . Considerando-se essas informações, é CORRETO afirmar que:



- a) $F_i > F_p$ e $P_i = P_p$ b) $F_i = F_p$ e $P_i = P_p$ c) $F_i > F_p$ e $P_i > P_p$
d) $F_i = F_p$ e $P_i > P_p$ e) $F_i = F_p$ e $P_i < P_p$

2 - (Fuvest 2005) A janela retangular de um avião, cuja cabine é pressurizada, mede 0,5 m por 0,25 m. Quando o avião está voando a uma certa altitude, a pressão em seu interior é de, aproximadamente, 1,0 atm, enquanto a pressão ambiente fora do avião é de 0,60 atm. Nessas condições, a janela está sujeita a uma força, dirigida de dentro para

fora, igual ao peso, na superfície da Terra, da massa de? OBS: $1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa} = 10^5 \text{ N/m}^2$ e $g = 10 \text{ m/s}^2$.

- a) 50 kg b) 320 kg c) 480 kg d) 500 kg e) 750 kg

3 - Em um belo dia de sol, brincando em uma piscina, dois garotos, Antônio e Bruno, notam que só conseguem flutuar na água se estiverem posicionados deitados. Então eles se perguntam: por que não conseguem boiar em outra posição, como por exemplo, em pé? Diante dessa situação, você conseguiria explicar tal fenômeno aos garotos? Como?

4 - Para pregar um prego numa parede, aplica-se uma martelada que transmite ao prego uma força de 50 N. A área de contato da ponta do prego com a parede é de $2 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2$. Calcule a pressão exercida sobre a parede no instante da martelada.

Esse exercício de fixação deve ser corrigido juntamente com o discentes, discutindo e expondo erros e correções, afim de explorar mais o conteúdo.

AULA 6: NOVA SITUAÇÃO PROBLEMA

Esta última parte da UEPS trará um novo texto, agora com relação ao conteúdo pressão atmosférica, conteúdo este que de forma indireta continua a tratar de força (peso da camada de ar) aplicada sobre área para explicar pressão. Nele o texto fala das dificuldades fisiológicas no corpo humano ao praticar futebol à grandes altitudes, como na cidade de La Paz, na Bolívia. Vamos ler o texto a seguir:

Como é jogar futebol em grandes altitudes?

Toda Copa América é a mesma ladainha: jogar em La Paz é "impossível". Bem, não se trata de desculpa da Seleção brasileira: correr nos gramados da Bolívia é mesmo de tirar o fôlego. A maioria das reações provocadas pela altitude no corpo é causada pelo fenômeno da hipóxia, a falta de oxigênio no organismo. Em La Paz, a 3600 metros de altitude, a quantidade de oxigênio no ar é 36% menor que a em um estádio situado perto do nível do mar, como o Maracanã.

"Todo o organismo sente a queda da oferta de oxigênio", diz Thaís Russomano, especialista em Medicina Aeroespacial da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. "Para não perder rendimento, os atletas precisariam passar cerca de 30 dias se aclimatando com a nova altitude."

Outra saída para fugir desses efeitos seria chegar alguns instantes antes da partida – já que as reações mais agudas se manifestam cerca de 120 minutos depois de o corpo chegar nessa altitude. Até mesmo o trabalho dos goleiros é prejudicado. "A pressão atmosférica é menor, a bola enfrenta menos resistência e preserva sua velocidade por mais tempo", diz o engenheiro aeronáutico Hélio Koiti, da Universidade de São Paulo.

Futebol nas alturas. As reações no organismo de um atleta numa partida no Maracanã, no estádio de La Paz e num jogo fictício no topo do Everest.

	RIO DE JANEIRO (Nível do mar)	LA PAZ (3 600 M)	EVEREST (8 848 M)
CÉREBRO	No nível do mar, o cérebro consome cerca de 20% do	A perda de oxigênio leva o jogador a sentir	Perda da capacidade crítica e de julgamento,

	oxigênio usado pelo corpo – coordenando a atividade de todos os órgãos	uma leve euforia seguida de cansaço, dor de cabeça e diminuição da coordenação motora	descoordenação motora, grandes chances de edema cerebral – quando o cérebro incha e pode levar à morte
CORAÇÃO	Numa partida, os batimentos cardíacos de um jogador de 30 anos oscilam entre 150 e 180 batidas por minuto – dependendo do esforço necessário para a jogada	O mesmo esforço nessa altitude exigiria um aumento de 50% da frequência cardíaca. Como o coração não aguentaria o tranco, os jogadores perdem o fôlego e param antes	Mesmo que ficasse andando pelo campo, a frequência cardíaca permaneceria no limite podendo causar arritmia e, dependendo do esforço, uma parada cardíaca
PULMÃO	Não há dificuldade para respirar. O pulmão inspira em média 12 vezes por minuto e absorve cerca de 0,5 litro de ar em cada uma das vezes	Logo de início, a respiração aumenta em até 65%. Duas a três semanas depois, a frequência com que o ar é inspirado chega a ser cinco ou sete vezes maior	Próximo de 10 900 metros – o ponto mais alto onde se consegue respirar – há um enorme risco de fluidos se acumularem nos pulmões e provocarem um edema
MÚSCULOS	As células musculares usam normalmente o oxigênio para conseguir energia. Após exercícios intensos, o corpo produz também ácido láctico	Mais ácido láctico é produzido e os músculos se cansam logo. É preciso esperar que a densidade dos vasos sanguíneos aumente, facilitando a troca de oxigênio.	Sem oxigênio nos músculos, vem a fadiga extrema. Habeler e Messner, os primeiros a escalar o Everest sem oxigênio (1978), gastaram mais de uma hora para andar os últimos 100 metros
SANGUE	Os glóbulos vermelhos do sangue – responsáveis por transportar o oxigênio até as células do corpo – ocupam cerca de 40% do volume do sangue	A falta de oxigênio aumenta o número de glóbulos vermelhos para até 60% do volume do sangue, que se torna mais espesso	Se uma pessoa saísse do nível do mar diretamente para essa altitude, a diminuição brusca da pressão formaria bolhas no sangue podendo levar à morte

<p>Quanto mais alto, mais forte. Sem a resistência do ar, um chute de 100 quilômetros por hora no topo do Everest chega no gol praticamente com a mesma velocidade</p>	<p>No Maracanã, uma bomba a 100 km/h perde quase a metade da sua velocidade em 20 metros e atinge o gol a 58 km/h, depois de viajar durante 0,95 segundo</p>	<p>Em La Paz, a bola chega ao gol em 0,87 segundo, só que mais forte – a 69 km/h – e mais alta: um chute que atinge 1,5 metro de altura no nível do mar entraria no ângulo</p>	<p>No Everest, a baixa resistência do ar complica a vida do goleiro. A bola cruza a trave em 0,80 segundo, a 81 km/h e passaria bem longe do gol</p>
---	--	--	--

Fonte: <http://www.fisicaeestibular.xpg.com.br/futebol%20nas%20alturas.htm>. Acessado em 13/set/17.

A abordagem do texto é contextualizada, passa por efeitos biológicos no corpo humano, informações geográficas de cidades, tal como altitude, e descrições de efeitos físicos causados no futebol por conta da altitude. Partindo dele, serão feitos alguns questionamentos acerca, principalmente, da pressão atmosférica.

Após leitura detalhada do texto, os alunos responderão um pequeno questionário a fim de investigar os conhecimentos assimilados com a compreensão da leitura do texto proposto.

Pergunta: Ao chutar uma bola em La Paz na Bolívia, cidade essa situada a 3600m de altitude, o jogador de futebol nota que a bola parece estar mais leve. Isso, em sua opinião, realmente ocorre? Justifique a sua resposta.

A abordagem do texto é contextualizada, passa por efeitos biológicos no corpo, informações geográficas de cidades, tal como altitude, e descrições de efeitos físicos causados no futebol por conta da altitude. Partindo dele, serão feitos alguns questionamentos acerca, principalmente, da pressão atmosférica.

QUESTIONAMENTOS SOBRE O TEXTO

1 – Tente explicar qual a relação de proporção entre altitude e quantidade de ar existente?

2 - Busque explicar o porquê de as velocidades inicial e final da bola, da saída do pé do jogador à sua chegada ao gol, serem diferentes? As altitudes influenciam nessas diferenças?

3 - Por que as embalagens de salgadinhos inflam quando levadas de locais ao nível do mar para localidades de altitudes relevantes? Explique.

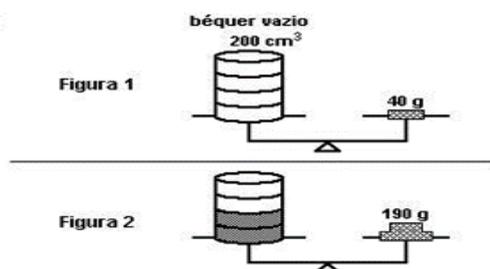
AULA 7: QUESTIONÁRIO FINAL

O questionário final abordou os dois conteúdos da UEPS, densidade e pressão, contendo problemas que envolviam os conceitos sobre os dois assuntos e problemas de cunho matemático. As questões não necessitaram validação realizada pelos autores por se tratar de questões devidamente validadas na literatura da qual foram extraídas.

Assim como foi feito no teste inicial, a coleta e concentração de respostas dos alunos em tabelas foram feitas. Segue abaixo os dados.

1. (CFT-MG modificada) Durante uma aula de laboratório de Física, um estudante desenhou, em seu caderno, as etapas de um procedimento utilizado por ele para encontrar a densidade de um líquido, inicialmente com um béquer de 200cm^3 vazio. O mostrador da balança indicava 40g e numa situação seguinte, com o mesmo béquer enchido até a metade, a balança indicou 190g, conforme representado na figura.

Sabendo-se que em ambas as etapas, a balança estava equilibrada, o valor da densidade encontrado para o líquido, em g/cm^3 , equivale a quanto?

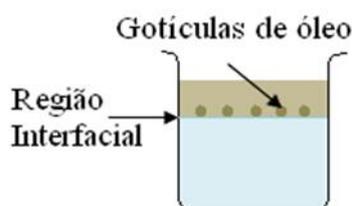


2. (UFPI) Em uma cena de um filme, um indivíduo corre carregando uma maleta tipo 007 (volume de 20 dm^3) cheia de barras de um certo metal. Considerando que um adulto de peso médio (70 kg) pode deslocar com uma certa velocidade, no máximo, o equivalente ao seu próprio peso, indique qual o metal, contido na maleta, observando os dados da tabela 35 a seguir. Dado: $1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ L} = 1\,000 \text{ cm}^3$.

Densidade em g/cm^3	
Alumínio	2,7
Zinco	7,1
Prata	10,5
Chumbo	11,4
Ouro	19,4

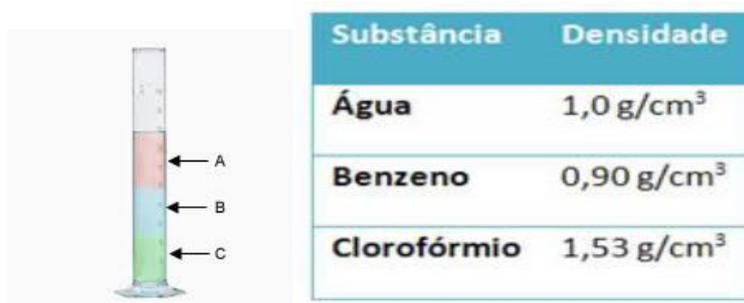
3. (UFMG - modificado) Em um frasco de vidro transparente, um estudante colocou 500 ml de água e, sobre ela, escorreu vagarosamente, pelas paredes internas do recipiente, 50 ml de etanol. Em seguida, ele gotejou óleo vegetal sobre esse sistema. As gotículas formadas posicionaram-se na região interfacial, conforme mostrado nesta figura.

Considerando-se esse experimento, indique quais substância tem densidade maior e densidade menor?

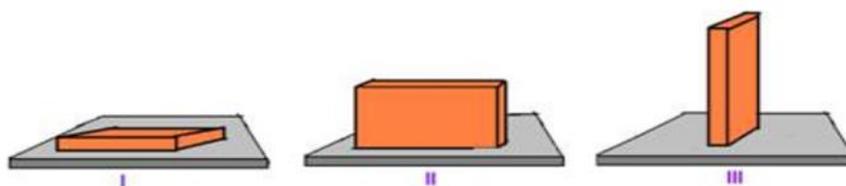


4. Numa proveta foram colocados três líquidos: água, benzeno e clorofórmio. Os três líquidos ficaram separados e distribuídos no recipiente através das letras A, B e C como mostrado a figura. Ao lado da figura temos a tabela que indica a densidade dos três

líquidos. De posse desses dados aponte quem seria o líquido A, o líquido B e o líquido C na figura abaixo.



5. (UFMG-MG - modificada) As figuras mostram um mesmo tijolo, de dimensões 5cm x 10cm x 20cm, apoiado sobre uma mesa de três maneiras diferentes. Em cada situação, a face do tijolo que está em contato com a mesa é diferente:



6. (UFSM-RS) Referindo-se à estrutura física, uma das causas importantes da degradação do solo na agricultura é a sua compactação por efeito das máquinas e da chuva. Um trator tem rodas de grande diâmetro e largura para que exerça contra o solo, um valor de menor

- a) pressão.
- b) força
- c) peso
- d) energia
- e) atrito

7. (PUC-RJ) Um avião utilizado na ponte aérea entre Rio e São Paulo é capaz de voar horizontalmente com uma carga máxima de 63.000,0 kg. Sabendo que a área somada de suas asas é de 108,0 m², é correto afirmar que a diferença de pressão nas asas da aeronave, que promove a sustentação durante o voo, equivale a quanto? Considere $g = 10,0 \text{ m/s}^2$.

8. José precisa carregar um tambor de água do chafariz até a sua casa. Para saber se consegue suportar carregar o tambor, José precisará do nosso auxílio. Ele nos informou que a área da base do tambor vale 0,5 m² e a altura $h = 1,0 \text{ m}$. Sabendo que a densidade da água é de aproximadamente 1000kg/m³, determine:

- a) Qual a massa de água contida no tambor que José deverá carregar?
- b) Qual é a pressão exercida, pela água, no fundo do tambor? Considere $g =$

10,0 m/s²

c) Você acredita que José conseguiria levar esse tambor no braço? Justifique a sua resposta.

d) Se José for deslocar o tambor com o auxílio de um automóvel, qual seria a posição que ele exerceria menor pressão no assoalho do veículo? De pé ou deitado? Justifique a sua resposta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EXERCÍCIOS BRASIL ESCOLA. Disponível em:
<<https://exercicios.brasile scola.uol.com.br/exercicios-quimica/exercicios-sobre-densidade.htm>> Acesso em: 18 de set. 2017.

EDUCAÇÃO ADVENTISTA. Disponível em:
<<http://blog.educacaoadventista.org.br/professoraluciana/arquivos/exercicios-densidade-e-pessao.pdf>>. Acesso em: 13 set. 2017

FÍSICA E VESTIBULAR. Disponível em:
<<http://www.fisicae vestibular.xpg.com.br/futebol%20nas%20alturas.htm>>. Acessado em 13/set/17.

GASPAR, Alberto. Compreendendo a física: ensino médio, vol. 1. São Paulo: Ática, 2014, Vol. 1.

LIMA, J. A Física em Cordel. Disponível em:
<<http://afisicaemcordel.blogspot.com/search/label/NOSSOS%20CORD%C3%89IS>>
[Acesso em: 13 set. 2017.](#)

PINTE O MUNDO SUPER COLORING. Disponível em:
<http://www.supercoloring.com/pt/silhuetas/mao>. Acessado em 09/set/17.

VESTIBULANDO. Disponível em:
<<https://www.VESTIBULANDOWEB.COM.BR/fisica/hidrostatica.pdf>>. Acessado em 13/set/17.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Pescador lançando rede no Rio São Francisco.....	27
Figura 2-Agência Nacional de Águas e Cia. De San. de Alagoas.....	28
Figura 3 - Faquir em cama de pregos.....	32
Figura 4 - Imagem da Google adaptada no Paint: confecção da mão de pregos.....	33
Figura 5 - Situação de afunda ou não em areia movediça.....	52

LISTA DE SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
CASAL	Companhia de Saneamento de Alagoas
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
PUC-PR	Pontifícia Universidade Católica do Paraná
FUVEST	Fundação Universitária para o Vestibular
CFT-MG	Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais
UFPI:	Universidade Federal do Piauí
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFSM-RS	Universidade Federal de Santa Maria no Rio Grande do Sul
UEPS	Unidade de Ensino Potencialmente Significativa
PUC-RJ	Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro