



Uma proposta de UEPS para o ensino de densidade e pressão no ensino médio

A PMTU proposal for teaching density and pressure in high school

E. C. Fortaleza; T. N. Ribeiro*

¹Programa de Pós-Graduação Profissional em Ensino de Física/Polo 11/MNPEF, Universidade Federal de Sergipe, 49100-000, São Cristóvão-Sergipe, Brasil

**tnribeiro@academico.ufs.br*

(Recebido em 11 de dezembro de 2021; aceito em 04 de julho de 2022)

O presente trabalho apresenta alguns resultados obtidos a partir da elaboração e aplicação de um produto educacional no âmbito do Programa de Pós-Graduação Profissional em Ensino de Física – PPGPF, do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, da Universidade Federal de Sergipe – UFS. O produto, que se trata de uma unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS), também denominada de sequência didática, tem como eixo norteador o ensino dos conceitos de densidade e pressão, buscando ser um material didático acessível ao professor, que valorize o aspecto inovador do processo de ensino e aprendizagem na contemporaneidade, e que tenha significado para o aprendiz. A pesquisa, de natureza qualitativa, trata-se de um estudo de caso acerca da elaboração e aplicação da UEPS em uma turma de 28 estudantes do primeiro ano do ensino médio de uma escola pública da rede estadual, localizada no município de Lagarto, no estado de Sergipe. Da análise dos resultados, podemos concluir que a UEPS proporcionou aos estudantes uma predisposição a aprender e buscar o conhecimento de uma forma ativa, pois se percebeu neles uma evolução conceitual significativa acerca dos conceitos de densidade e pressão. Ainda assim, evidenciamos na aplicação desse produto educacional dificuldades dos estudantes em questões que necessitavam de conhecimentos matemáticos. Observamos que não existe uma sequência didática com sucesso integral para o ensino, mas existem possibilidades de materiais que têm o potencial de serem significativos, tendo por objetivo a promoção de processos de ensino que conduzam à aprendizagem significativa.

Palavras-chave: Ensino de Física, aprendizagem significativa, UEPS.

This paper presents some results obtained from the development and application of an educational product under the Professional Graduate Program in Physics Teaching – PPGPF, the National Professional Master in Physics Teaching - MNPEF, Federal University of Sergipe – UFS. The product, which is a potentially meaningful teaching unit (PMTU), also called didactic sequence, has as its guiding axis the teaching of the concepts of density and pressure, seeking to be a teaching material accessible to the teacher, which values the innovative aspect of the teaching and learning process in contemporary times, and that has meaning for the learner. The research, qualitative in nature, is a case study of the development and application of PMTU in a class of 28 students in the first year of high school in a public high school, located in the city of Lagarto, in the state of Sergipe. From the analysis of the results, we can conclude that the PMTU provided students with a predisposition to learn and seek knowledge in an active way, because it was noticed in them a significant conceptual evolution about the concepts of density and pressure. Still, we evidenced in the application of this educational product students' difficulties in questions that required mathematical knowledge. We note that there is no such thing as a fully successful didactic sequence for teaching, but there are possibilities for materials that have the potential to be meaningful, aiming to promote teaching processes that lead to meaningful.

Keywords: Teaching Physics, meaningful learning, PMTU.

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho apresenta alguns resultados acerca da elaboração e aplicação de um produto educacional no âmbito do Programa de Pós-Graduação Profissional em Ensino de Física – PPGPF, polo 11 do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF da Universidade Federal de Sergipe – UFS. No produto educacional os autores propõem uma alternativa de ensino que tenha o potencial de promover maior motivação e interesse aos estudantes no processo de aprendizagem, por possibilitar estratégias de ensino que se

diferenciem das tradicionais aulas de física, baseadas em demonstrações de cálculos, uso de fórmulas e memorizações de conceitos.

Para elaboração do produto educacional escolhemos os conteúdos densidade e pressão, uma vez que cotidianamente lidamos com situações que necessitem de conhecimentos acerca dessas grandezas físicas, como ao amolar objetos cortantes, identificar a composição de substâncias não miscíveis, projetar maquinários da indústria que trabalham pneumaticamente, manipular medicamentos, entre tantas outras situações. Consideramos também o fato de se tratar de conteúdos que, na física do ensino médio em nosso estado, são ofertados para os estudantes, segundo os currículos atuais, no final do primeiro ano do ensino médio, ocasionando, algumas vezes, a ausência da abordagem desses temas nessa série, uma vez que os professores costumam justificar a ausência de tempo hábil para cumprir o programa de forma satisfatória.

Buscamos um material de ensino que fosse acessível ao professor, que valorizasse o aspecto inovador do processo de ensino e aprendizagem na contemporaneidade e que tenha significado para o aprendiz. Novak (2000) [1] ressalta que esse material deve ter o potencial de capacitar para uma aprendizagem que seja significativa naquilo que se aprende, a partir do construto de ações, sentimentos e pensamentos, ancorados aquilo que já se sabe.

Dessa forma, o produto educacional foi elaborado a partir de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS. Esse tipo de produto, proposto inicialmente por Moreira (2011) [2], apoia-se nos princípios da teoria da aprendizagem significativa que, para Ausubel (2003) [3], está fundamentada no fato que os novos conhecimentos devem se relacionar com os conhecimentos prévios dos aprendizes de uma forma não arbitrária e não literal, ou seja, uma interação que não pode ocorrer com qualquer ideia prévia, mas com algum conhecimento relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito, de forma que tenha o potencial de gerar novos significados, objetivo primordial da natureza deste produto.

Neste trabalho tivemos por objetivo 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 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.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho de pesquisa foi de natureza qualitativa, sendo realizado um estudo com a elaboração e aplicação de uma UEPS sobre os conceitos de densidade e pressão em uma turma de 28 estudantes do primeiro ano do ensino médio de uma escola pública da rede estadual, localizada no município de Lagarto, no estado de Sergipe.

A UEPS foi elaborada seguindo os passos segundo Moreira (2011) [2], sendo estruturada da seguinte forma:

- 1) Situação inicial: aplicação de texto, questionário e realização de discussão acerca do conceito de densidade buscando identificar conhecimentos prévios acerca do tema;
- 2) Situação problema: leitura de texto, questionários e experimento sobre pressão com o potencial de preparar os estudantes para a introdução do material de ensino;
- 3) Exposição dialogada dos temas densidade e pressão, apresentando assim o conhecimento a ser ensinado/aprendido;
- 4) Apresentação de uma nova situação problema, de forma a propor o conhecimento em um maior nível de complexidade;
- 5) Questionário final para identificação de evolução conceitual.

Para análise dos dados foram coletadas as respostas das atividades de verificação da aprendizagem e dos questionários da UEPS durante a sua aplicação na turma. Devido à utilização de questionários, inicialmente todos os estudantes assinaram Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, atestando a concordância em participar das atividades.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Situação Inicial

Na situação inicial tivemos por objetivo identificar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca da grandeza densidade. Para isso, foi lido um trecho de notícia de jornal que tem como tema a invasão da água do mar no Rio São Francisco e o aumento da salinidade da água no baixo São Francisco [4], com comentários sobre as suas causas e consequências para o rio e a população ribeirinha. Em seguida os estudantes responderam a um questionário de três questões.

A primeira questão teve por objetivo investigar se os alunos conseguiriam associar a presença do sal na água do rio 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. Diante disso, observamos que 21 estudantes responderam adequadamente, mas destes, 5 justificaram a relação com peso e não com a densidade, os outros 7 responderam erroneamente que com volumes iguais as massas são iguais, mesmo com densidades diferentes.

Na questão 2 investigou-se algo semelhante ao que foi visto na questão anterior; porém, os alunos foram instigados a associar a presença do sal na água do rio como fator determinante para que o volume de água salgada fosse menor e identificar a relação de proporcionalidade (indireta) entre volume e densidade, diante da afirmação de que as massas de água doce e água salgada eram iguais. Nesse quesito a quantidade de estudantes que acertaram a resposta foi 18, com 3 outros referindo-se ao peso e não a densidade.

No quesito 3 tivemos por objetivo verificar se os estudantes reconheciam o conceito de densidade no texto, 24 estudantes demonstraram reconhecer e 4 deles não responderam.

Sendo isto posto, identificamos nas respostas dificuldades em conceituar densidade e de relacioná-la com as grandezas de massa e volume, visto que algumas respostas ainda ligaram à concepção alternativa de peso e não de densidade.

Segundo Pozo e Crespo (1998) [5], esse tipo de dificuldade deve-se às concepções alternativas baseadas em questões sensoriais dos estudantes devido à interação diária com os objetos. Segundo os autores, a sensação de “mais leve” ou “mais pesado” são representações de base social ou cultural baseadas na interação com o ambiente social e na linguagem cotidiana do indivíduo, o que em termos difere de densidade ou mais densa e menos densa [5].

3.2 Situação Problema

Na segunda aula foi inicialmente lido um texto que relatava sobre o uso de camas de pregos pelos faquires na Ásia [6] e, em seguida, desenvolvida uma atividade experimental com bexigas sendo colocadas sobre pregos em uma tábua, na qual foram desenhadas mãos e foram posicionados pregos, como dispostos na figura 1, para análise do conceito de pressão na relação força e área.

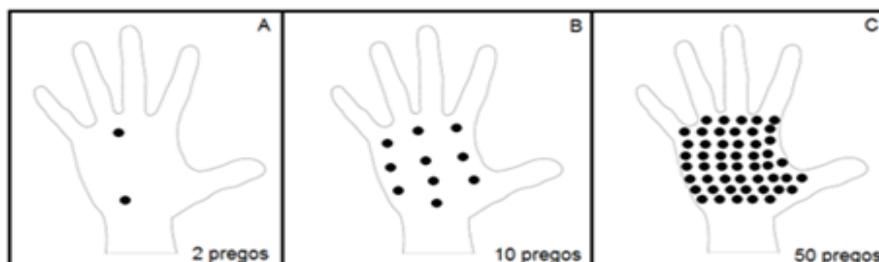


Figura 1: Imagem da atividade experimental do Faquir adaptada. Fonte: <http://www.supercoloring.com/pt/silhuetas/mao>.

Na atividade experimental utilizamos a estratégia prever, observar e explicar – POE, para garantir uma melhor interação dos estudantes com a atividade. A estratégia didática POE está descrita em White e Gunstone (1992) [7].

Inicialmente os estudantes responderam prevendo que a pressão exercida sobre o faquir era proporcional à quantidade de pregos, que foram registradas, antes de assistir à demonstração empregando três bexigas cheias de ar. As perguntas realizadas foram relacionadas à pressão exercida sobre as áreas A, B e C, como mostrada na figura 1. Vale ressaltar que nessa aula tivemos a participação de 24 estudantes.

O primeiro questionamento foi o que ocorre com as bexigas cheias de ar quando pressionadas sobre as áreas A, B e C? As respostas são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: 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
Não respondeu	1	4,17

Para a segunda pergunta, tivemos por objetivo identificar se os estudantes conseguiriam prever se a quantidade de pregos foi determinante no estourar ou não dos balões. Do total, 22 estudantes responderam que a quantidade de pregos influencia na pressão, por isso influenciam no fato de estourar.

Na última pergunta tivemos por objetivo reconhecer se os estudantes conseguiam identificar a grandeza física que estava envolvida na situação experimental e 23 estudantes responderam pressão.

A segunda etapa da POE é observar a experimentação; por isso, realizamos a atividade de pressionar os balões nos locais representados na Figura 1. Em seguida, na última fase da explicação, realizamos uma discussão acerca da grandeza pressão e de seu conceito tendo como eixo norteador a atividade sobre o faquir. Na discussão observamos importantes indícios de que os estudantes tiveram êxito em reconhecer a relação existentes entre pressão e área, também vale ressaltar que a participação da aula foi bastante satisfatória.

3.3 Exposição dialogada

A terceira aula contou com a participação de 26 estudantes e foi iniciada com a leitura de um cordel – Estudo dos Fluidos: A Física em Cordel de J. Lima [8], como organizador prévio para o conceito de hidrostática. A partir de um questionário com três perguntas conseguimos observar que: 14 estudantes (53,84%) conseguiram identificar que fluidos são substâncias no estado líquido ou gasoso; 19 estudantes (70,07%) definiram adequadamente hidrostática e 21 estudantes (80,76%) identificaram no cordel densidade e pressão como sendo as grandezas físicas estudadas na situação inicial e problema da UEPS.

Após a discussão sobre o cordel, foi apresentado um experimento para que os estudantes opinassem sobre se certos objetos flutuariam ou afundariam em um tanque preenchido com água (Figura 2), sendo perguntado: Quem “afunda ou flutua?” No experimento utilizamos materiais como caixa organizadora, sal, água, ovo cru, ovo cozido, cliques para papel, lente de acrílico, régua, corretivo e lápis.



Figura 2: Imagem da atividade experimental sobre a variação da densidade do líquido e de objetos no meio.

Com essa atividade, a partir de situações práticas de observação de objetos que afundam ou flutuam em diferentes fluidos, como o meio aquoso com e sem sal, conseguimos discutir o conceito de densidade e a sua relação com a possibilidade de objetos sólidos em meio fluido imergirem ou não. Em uma previsão do que acontece, a média percentual de acertos foi de 62% para o comportamento de afundar ou flutuar dos objetos antes de observar a experimentação sendo realizada. Notamos que a atividade contou com uma importante participação e interação dos estudantes durante a observação e explicação do experimento.

Após o experimento, fizemos uma pergunta sobre densidade com relação a três líquidos imiscíveis e de densidades diferentes. Os alunos foram instigados a responder quais as densidades de cada um, de acordo com a posição ocupada dentro do recipiente, conforme a Figura 3.

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? Algumas delas possui valor intermediário de densidade?

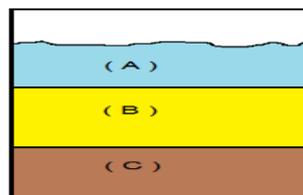
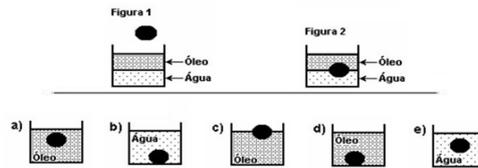


Figura 3: Imagem apresentada no questionário sobre a densidade. Fonte: Material elaborado pelos autores.

Das análises, observamos que 22 estudantes (81,48%) responderam adequadamente o quesito. A atividade experimental trouxe indícios importantes de que os alunos compreenderam acerca da densidade.

Após a discussão experimental, houve uma exposição dialogada sobre densidade, em que foi discutido o conceito, a sua formulação e sua unidade de medida. Em seguida foi realizado um questionário para verificação da evolução conceitual sobre o tema. Na Figura 4 apresentamos as questões utilizadas.

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 massa do pedaço de pão aumenta, diminui ou não varia?
- E o volume do pedaço de pão?
- 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 .

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

4 - (ANDRADE, RIVED, UFPP, 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?



5 - Um tambor, cheio de gasolina, tem a área da base $A = 0,75 \text{ m}^2$ e a altura $h = 2,0 \text{ m}$.

- Qual a massa de gasolina contida no tambor? (densidade da gasolina = $0,7 \text{ g/cm}^3$).
- Qual é a pressão exercida, pela gasolina, no fundo do tambor?

Figura 4: Imagem do questionário de verificação de aprendizagem sobre densidade e pressão. Fonte: Material elaborado pelos autores.

A participação neste questionário de verificação da aprendizagem foi de 27 alunos. No primeiro quesito tivemos por objetivo, a partir do conceito de densidade, verificar se os estudantes conseguiam identificar se a esfera flutua ou afunda, seja em água ou em óleo. Apenas 10 estudantes (37,05%) acertaram o quesito. Identificamos que os estudantes que erraram foi por não conseguirem separar as duas situações que ali existiam em um só recipiente: para o óleo, a esfera afunda e para a água, ela flutua.

No segundo quesito, o objetivo foi de verificar se a turma conseguiu relacionar o conceito de densidade à proporcionalidade entre a massa e ao volume. Analisando as respostas, verificamos que 21 estudantes acertaram, escolhendo a alternativa a), que dizia não ocorre variação da massa do pão ao ser amassada. Com relação ao quesito b), 19 alunos acertaram indicando que o volume diminui. Porém, quando respondido a alternativa c), somente 7 deles relacionaram adequadamente densidade e volume como grandezas inversamente proporcionais, mostrando-nos que a relação de proporcionalidade necessitaria ser revista pela turma, e assim foi realizado em sala de aula.

Na questão três tivemos por objetivo realizar uma aplicação prática com a equação da densidade. No item a) era necessário a utilização direta da equação que calcula a densidade, a aplicação matemática, e uma resposta que viesse acompanhada de unidade de grandeza. Houve 9 acertos, 10 acertos parciais (resultado sem a unidade de grandeza), 6 erros e 2 estudantes nada responderam. Nos itens b) e c) era necessário identificar qual material era a amostra a partir das

relações de proporcionalidade entre densidade, massa e volume. Em ambos os quesitos, 20 estudantes acertaram a resposta.

No quarto quesito, com o problema de dois recipientes com mesmo volume de água e de óleo numa balança desequilibrada para o lado da água, buscamos investigar, mais uma vez, se a turma conseguiria identificar a relação de proporção entre densidade e massa. Obtivemos 10 respostas corretas, 9 erradas e 9 estudantes nada responderam. Como possivelmente os estudantes não conseguiram relacionar o desequilíbrio da balança com a diferença de densidade entre os corpos, o professor da turma necessitou interferir novamente para discutir os conceitos.

Na quinta e última questão tivemos por objetivo uma aplicação técnica e direta da fórmula que relaciona pressão e densidade. Nesse quesito 16 estudantes acertaram a resposta (71,42%) do item a) e 21 estudantes (80,95%) o item b).

Essa sequência de exercícios foi primordial para discutirmos novamente com a turma questões relacionadas à densidade e para rever alguns pontos por meio de exposição dialogada sobre o conteúdo, que foi expandido para fundamentar melhor os conceitos em um próximo encontro.

Dessa forma, a exposição dialogada continuou em uma nova aula, partindo da situação na qual utilizamos uma tirinha que apresenta dois garotos em areia movediça (Figura 5), com o objetivo de que os estudantes observassem a forma como os dois garotos estão apoiados sobre a areia. Explicamos aos estudantes que o garoto A possui massa aparentemente maior que o garoto B.



Figura 5: Situação de afunda ou não em areia movediça. Fonte: <http://www.fisica.net/hidrostatica/pressao.php>.

Nessa aula tivemos a participação de 26 estudantes que, quando questionados quais os motivos que levavam o garoto A afundar mais rápido do que o garoto B, responderam segundo as categorias apresentadas na tabela 2.

Tabela 2: Categorias de respostas dos alunos sobre motivos do garoto A afundar mais rápido que o B.

Categoria	Quantidade	Acertos (%)
O garoto B está apoiado sobre os pés, com menor área sob ação do peso	9	34,61
Peso concentrado ou massa de A maior do que B	5	19,23
Erraram	8	30,76
Não responderam	4	15,38

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 resposta certa também, elevando para 53,83% o percentual de acertos. Esse quesito foi importante como um organizador prévio para exposição dialogada do conteúdo de pressão, apresentando conceito, formulação matemática e

unidades de medida. Foi então realizado um novo questionário de verificação da aprendizagem do conteúdo de densidade e pressão. Na figura 6 apresentamos as questões utilizadas.

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 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

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 $2 \cdot 10^{-7}$ m². Calcule a pressão exercida sobre a parede no instante da martelada.

Figura 6: Imagem do segundo questionário de verificação de aprendizagem sobre densidade e pressão.
 Fonte: Material elaborado pelos autores.

No primeiro quesito 12 estudantes (46,15%) acertaram que as forças nos dedos indicadores 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); outros 9 estudantes (34,62%) erraram a resposta e 5 (19,23%) nada responderam.

No segundo quesito tivemos por objetivo utilizar a equação que relaciona pressão com força Peso, porém o estudante para chegar à resposta adequada deveria ter como pré-requisito os conhecimentos de força-peso. Apenas 2 estudantes acertaram (7,69%) essa questão, outros 2 erraram (7,69%) e 22 nada responderam (84,62%). Percebemos que para a compreensão desta questão havia a necessidade de intervenção do professor, o que foi realizado, pois se verificou que as fórmulas e relações matemáticas necessárias para a resolução ainda estavam pouco compreendidas pelos estudantes, principalmente devido a relação da pressão com a força peso.

Na questão três, que teve por objetivos identificar os conceitos adquiridos a partir da relação entre pressão e área de contato, a categoria de resposta que utilizamos para validar como adequada foi que “quanto menor área maior será pressão”. Foram identificadas 8 respostas corretas (30,76%), 9 erradas (34,62%); 9 estudantes nada responderam (34,62%).

Para responderem à questão quatro, os estudantes deveriam aplicar de forma direta a formulação matemática do conceito de pressão. Como 3 estudantes erraram e 23 nada responderam, notamos certo desinteresse da turma em desenvolver as atividades; por isso voltamos a interferir tentando diminuir as dúvidas acerca dos temas abordados.

3.4 Nova situação problema

Na quarta aula tivemos por objetivo retomar aspectos mais gerais sobre o tema pressão, de forma a propor o conhecimento em um maior nível de complexidade, colocando novos exemplos e destacando semelhanças e diferenças em relação à exposição dialogada. Para isso, utilizamos um texto que discutia as dificuldades fisiológicas enfrentadas pelo corpo humano ao praticar esportes em grandes altitudes, como na cidade de La Paz, na Bolívia. O texto tem como título “como é jogar futebol em grandes altitudes?” [9]; em seguida os estudantes foram questionados acerca do tema.

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

Dessa atividade, que tinha por objetivo discutir conhecimentos físicos relativos à pressão atmosférica, participaram 26 estudantes. Apenas 3 estudantes responderam que, apesar de parecer estar mais leve, ela tinha a mesma massa, só estava sob a influência de uma pressão atmosférica menor devido a altitude. Os outros 23 estudantes nada responderam.

A dificuldade de participação da turma em toda a atividade foi uma constante, e tivemos que contorná-la discutindo novas questões que estavam ligadas ao cotidiano dos estudantes, envolvendo pressão atmosférica. Para isso, foram apresentadas a eles questionamentos como: Por que embalagens de salgadinhos inflam quando levadas de locais ao nível do mar para localidades de altitudes relevantes? Por que aviões precisam ser pressurizados? Vale destacar que os conteúdos que não ficaram devidamente compreendidos durante as situações da UEPS tiveram sua reconciliação integrativa realizada em momentos propiciados pela intervenção do professor. A reconciliação, como cita Moreira (2011) [10] permite eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências e integrar significados.

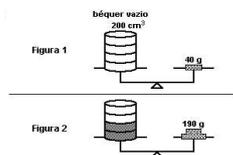
3.5 Questionário Final

Concluimos a unidade de ensino retomando aspectos do conteúdo em questão que são mais relevantes, numa perspectiva mais integradora, tentando realizar uma nova exposição dialogada na busca de redimir dificuldades apresentadas a partir dos questionários respondidos.

Em seguida, os estudantes responderam a um questionário final. Logicamente, a avaliação da aprendizagem deve ser realizada ao longo da implementação da UEPS, com registros sobre tudo o que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado [2]. Então, esse questionário final teve por objetivo identificar indícios de evolução conceitual em relação ao aprendizado sobre os conceitos de densidade e pressão após a aplicação da UEPS. O questionário foi composto por 7 questões apresentadas na figura 7.

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 200cm³ 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.

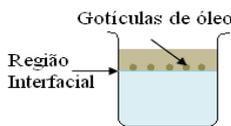
Sabendo-se que em ambas as etapas, a balança estava equilibrada, o valor da densidade encontrado para o líquido, em g/cm³, equivale a quanto?



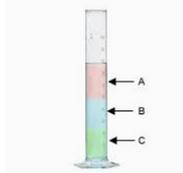
2. (UFPI) Em uma cena de um filme, um indivíduo corre carregando uma mala tipo 007(volume de 20 dm³) cheia de barras de um certo metal. Considerando que um adulto de peso médio (70 kg) pode deslocar com uma certa velocidade, no máximo, o equivalente ao seu próprio peso, indique qual o metal, contido na mala, observando os dados da tabela 35 a seguir. Dado: 1 dm³ = 1L = 1 000 cm³.

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?

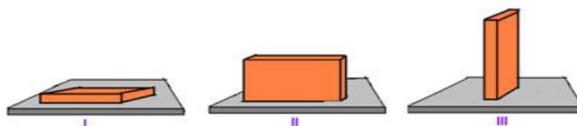


4. Numa proveta foram colocados três líquidos: água, benzeno e clorofórmio. Os três líquidos ficaram separados e distribuídos no recipiente através das letras A, B e C como mostrado a figura. Ao lado da figura temos a tabela que indica a densidade dos três líquidos. De posse desses dados aponte quem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



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

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, P₁, P₂ e P₃. Com base nessas informações, indique qual seria o valor de maior e de menor pressão (P₁, P₂ ou P₃) nas situações indicadas.

6. (UFMS-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 m/s².

Figura 7: Imagem do questionário final de verificação de aprendizagem sobre densidade e pressão. Fonte: Material elaborado pelos autores.

No questionário final tivemos 25 estudantes participando. O objetivo do primeiro foi, a partir de uma situação de laboratório com balança medindo massa, sabendo-se o respectivo volume, determinar o valor da densidade. Apenas 2 estudantes acertaram a resposta, 20 erraram e 3 nada responderam. Identificamos que os estudantes continuaram tendo dificuldades com questões que envolvessem situações matemáticas.

Na questão dois, o estudante era desafiado a identificar o material contido na maleta a partir das variáveis que permitia determinar o valor da densidade desse material. Notou-se nas respostas dos estudantes que este quesito acompanhou a tendência dos anteriores, quando da utilização de fórmulas físicas, o que resultou em baixo índice de acertos, pois apenas 2 estudantes responderam adequadamente. Embora sabendo que os resultados na turma com estratégias de ensino tradicionais não foram melhores, a experiência da UEPS com as atividades que necessitavam interpretar e resolver questões a partir de situações matematizadas não foram satisfatórias, possivelmente as atividades ou a estratégia de ensino precise ser repensada.

Na questão três tivemos por objetivo verificar a aprendizagem acerca do conceito de densidade de líquidos diferentes. Identificamos que 14 estudantes acertaram o quesito, 9 erraram e 2 nada responderam. A evolução da complexidade interpretativa do quesito fez com que o índice de erro evoluísse em relação à aplicação das atividades anteriores da UEPS. A questão 4 tinha um objetivo semelhante, a partir de três líquidos com densidades diferentes, encontrar a posição deles no béquer. O índice de acerto melhorou, sendo 16 acertos, 6 erros, com 3 estudantes que nada responderam.

No quesito 5 o objetivo foi, a partir das áreas das faces dos tijolos, fazer uma relação com a pressão exercida por arranjos de tijolos no solo, identificar qual arranjo resultaria em maior e menor pressão. Dos participantes, 7 estudantes acertaram o quesito, 13 erraram não conseguindo interpretar a relação de proporcionalidade entre a pressão e a área, 5 estudantes nada responderam.

Na aplicação do problema do quesito 6, que trata sobre trator ter rodas de grande diâmetro e largura para que exerça contra o solo menor interação, a turma deveria apenas indicar o tipo de grandeza que permeava a situação descrita. Nessa questão o índice de acerto foi de 23 estudantes, 01 respondeu errado e 01 não respondeu.

A questão 7 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. Seguindo a mesma tendência das demais questões com formulação, apenas 1 estudante acertou o quesito, enquanto 14 alunos erraram e 10 nada responderam.

A partir dos dados coletados e pela experiência de ensino vivenciada, podemos citar que a adaptabilidade da estratégia de ensino por parte do professor e dos alunos com a UEPS foi uma característica importante no processo de estudo e para alcançar objetivos cognitivos na evolução da aprendizagem. As estratégias foram válidas e suficientes para motivar e evoluir a aprendizagem, mas as dificuldades em determinados pontos, como em situações de formulação matemática da física, eram tão presentes, que o “remédio” parecia não fazer efeito.

Para Raviolo et al. [11], uma das principais causas das dificuldades parece residir nas características do ensino recebido e o tipo de perguntas nas avaliações. Para os autores, o ensino frequentemente é baseado no ensino verbal, dedutivo e matemático, ou seja, na apresentação verbal, dedutiva e matemática do conteúdo e sobre a resolução de exercícios numéricos, em vez de resolver problemas reais; com pouca experimentação e, em geral, poucas atividades que favoreçam a reflexão e a construção conceitual [11]. Assim, identificamos que é necessário realizar uma reflexão acerca das dificuldades encontradas na resolução das atividades, permitindo recorrer a sugestões pedagógicas que levem a uma diversidade de estratégias de ensino e de avaliação na UEPS que promova uma reflexão conceitual mais eficiente e significativa.

Dessa forma, na busca de melhores resultados, podemos sugerir que os professores possam oferecer um melhor suporte metacognitivo aos estudantes, solicitando que realizem um melhor feedback acerca das atividades, para estimular uma melhor adaptação à UEPS, compartilhando as suas próprias intenções de estudo em relação as tarefas.

4. CONCLUSÃO

A partir dos resultados coletados identificamos que os estudantes interagiram construtivamente com a UEPS e com o professor, conseguiram construir conceitos científicos e teorias de maneira significativa utilizando seus conhecimentos prévios. As reações dos estudantes observadas em sala de aula denotam um aspecto de receptividade satisfatória para participação da UEPS. Nota-se que há a necessidade de uma formulação mais adequada de algumas atividades que foram desenvolvidas, uma vez que em alguns casos a interpretação das questões levou ao baixo desempenho que resultou em respostas inadequadas.

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 abordado de forma mais significativa, permitindo observar, avaliar, adequar e validar as ações dos alunos no processo de ensino e de aprendizagem em todo o percurso da UEPS.

Evidenciamos na aplicação das atividades da UEPS dificuldades dos estudantes relacionadas a questões que necessitavam de conhecimentos matemáticos específicos, principalmente aquelas com operações matemáticas, leitura e interpretação de símbolos matemáticos e para a relação entre os conceitos e as formulações físicas. Acreditamos que são necessários estudos mais aprofundados para dissertar com relação a esses problemas.

A proposta desse trabalho foi elaborar um produto educacional baseado em concepções da Teoria da Aprendizagem Significativa, a partir de uma unidade de ensino potencialmente significativa que foi capaz de nos apontar indícios de uma importante alternativa no processo de dinamização das atividades em sala de aula, nos permitindo diagnosticar, compreender e discutir melhor as concepções alternativas, entender as possíveis relações dos estudantes com o tema estudado e com o material didático que estava sendo aplicado.

Na verdade, o processo de aprendizagem significativo acontece mais naturalmente quando a nova informação interage na aquisição de novos significados a partir do material apresentado, que para Ausubel (2003) [3], deve ser relacionado de maneira não arbitrária e não literal, ou seja, deve ser relacionado de forma não aleatória com aquilo que o aprendiz já conhece, e essa relação ocorre quando o professor se utiliza de ferramentas que permitam inferir nessa realidade.

Dessa forma, acreditamos que, para o bom funcionamento de uma UEPS, é necessário, antes mesmo da sua finalização da elaboração e aplicação, considerar uma condição da Teoria da Aprendizagem Significativa que é de extrema importância, que o aprendiz manifeste uma disposição de aprender significativamente, relacionando o novo material de forma substantiva e não arbitrária a sua estrutura cognitiva [10]. Com base nisso, o sucesso de aplicação, coleta e resultados da UEPS vai estar intimamente ligado a essa escolha dos estudantes para os quais o material esteja sendo aplicado.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Novak JD. Aprender, criar e utilizar o conhecimento. Lisboa (PT): Plátano; 2000.
2. Moreira MA. Unidades de Ensino Potencialmente Significativa - UEPS. *Aprendizagem Significativa em Revista*. 2011;1(2):43-63.
3. Ausubel DP. Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. Lisboa (PT): Plátano edições técnicas; 2003.
4. Matsuura S. Interferência no Rio São Francisco faz água do mar invadir seu leito [Internet]. *O Globo Brasil* [Internet]; 6 jun 2016 [acesso em 7 set 2017]. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/sociedade/sustentabilidade/interferencia-no-rio-sao-francisco-faz-agua-do-mar-invadir-seu-leito-19443562>
5. Pozo JI, Crespo MAG. Aprender y enseñar ciencia. Madrid (ES): Morata; 1998.
6. Cama de pregos. Wikipédia [Internet]; c2017 [acesso em 9 set 2017]. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Cama_de_pregos
7. White RT, Gunstone RF. Probing understanding. Great Britain: Falmer Press; 1992.
8. Lima J. O estudo dos fluidos. *A Física em cordel* [Internet]; 29 mai 2009 [acesso em 13 set 2017]. Disponível em: <http://afisicaemcordel.blogspot.com.br/2009/05/o-estudo-dos-fluidos.html>
9. Como é jogar futebol em grandes altitudes? [Internet]; [acesso em 13 set 2017]. Disponível em: <http://www.fisicaevestibular.xpg.com.br/futebol%20nas%20alturas.htm>

10. Moreira MA. *Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares*. São Paulo (SP): Ed Livraria da Física; 2011.
11. Raviolo A, Moscato M, Schnersch A. Enseñanza del concepto de densidade através de un modelo analógico. *Revista de Enseñanza de la Física*. 2005;18(2):93-104.