



## EXPLORANDO O CONCEITO “DENSIDADE” COM ESTUDANTES DO ENSINO FUNDAMENTAL

### EXPLORING THE “DENSITY” CONCEPT WITH STUDENTS FROM BASIC EDUCATION

### EXPLORANDO EL CONCEPTO DE “DENSIDAD” CON ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN SECUNDARIA

Fabiele Cristiane Dias Broietti\*, Talita Parpinelli Ferracin\*\*, Viviane Arrigo\*\*\*

Cómo citar este artículo: Dias Broietti, F. C., Parpinelli Ferracin T. y Arrigo, V. (2018). Explorando o conceito “densidade” com estudantes do ensino fundamental. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 13(2), 201-217. DOI: <http://doi.org/10.14483/23464712.11572>

#### Resumo

Densidade é um conceito científico que gera algumas confusões entre os estudantes, sendo muitas vezes ensinado apenas de forma matematizada, o que acarreta grandes dificuldades em entendê-lo em situações cotidianas. Nesse contexto, o presente artigo investiga o entendimento de estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental acerca desse conceito, também apresenta e discute uma sequência de atividades, elaboradas com base na abordagem metodológica dos Três Momentos Pedagógicos, desenvolvida com esses estudantes. Os dados foram coletados por meio de questionários propostos no primeiro e no terceiro momento, além de registros de campo ao longo da realização das atividades. A análise e interpretação dos dados foram realizadas com base nos pressupostos da análise de conteúdo. Como resultado percebeu-se que a maioria dos estudantes relaciona a qualidade de flutuação dos corpos com a densidade, porém ainda destaca outros argumentos a favor dos demais parâmetros como o peso, a quantidade e a imiscibilidade. Nesse sentido, ressaltamos a necessidade de estudos que ampliem essa discussão e de outras propostas de ensino que discutam esse conceito nos mais diversos níveis de ensino.

**Palavras chaves:** densidade, três momentos pedagógicos, ensino fundamental.

Recibido: 02 de febrero de 2017; aprobado: 17 de noviembre de 2017

\* Professora e orientadora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina (UEL). Londrina, PR – Brasil. Professora Adjunta do Departamento de Química da mesma instituição. Correio eletrônico: [fabieledias@uel.br](mailto:fabieledias@uel.br)

\*\* Especialista em Química do cotidiano na escola pela Universidade Estadual de Londrina (UEL). Londrina, PR – Brasil. Correio eletrônico: [talitaferracin@yahoo.com.br](mailto:talitaferracin@yahoo.com.br)

\*\*\* Doutoranda em Ensino de Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina (UEL). Londrina, PR – Brasil. Professora Assistente do Departamento de Química da mesma instituição. Correio eletrônico: [viviane\\_arrigo@hotmail.com](mailto:viviane_arrigo@hotmail.com)

## Abstract

Density is a scientific concept that generates some confusion among students, were often taught only in mathematical form, which entails great difficulties in understanding it in everyday situations. In this context, this article investigates the understanding of students of the 9th year of elementary school about this concept, also presents and discusses a sequence of activities, elaborated based on the methodological approach of the Three Pedagogical Moments, developed with these students. Data were collected through questionnaires proposed in the first and third moments, as well as field records throughout the activities. Data analysis and interpretation were carried out based on the assumptions of the content analysis. As a result, it was noticed that most of the students relate the buoyancy of the bodies with the density but still highlights other argumentation in favor of the other parameters such as weight, quantity, and immiscibility. In this sense, we emphasize the need for studies that broaden this discussion and other teaching proposals that discuss this concept in the most diverse levels of teaching.

**Keywords:** density, three pedagogical moments, elementary school.

## Resumen

La densidad es un concepto científico que genera algunas confusiones entre los estudiantes, siendo muchas veces enseñado solamente desde el modelo matemático, esto acarrea grandes dificultades para comprenderlo en situaciones cotidianas. En este contexto, presentamos resultados de investigación sobre la manera como estudiantes de noveno grado de la educación básica comprenden este concepto. También presentamos y discutimos una secuencia de actividades, elaborada con base en la estrategia metodológica de los tres momentos pedagógicos, aplicada con este grupo de estudiantes. Los datos fueron tomados por medio de cuestionarios propuestos en el primero y tercer momento, además de los registros de campo a lo largo del desarrollo de las actividades. El análisis y la interpretación de los datos se realizó con base en los presupuestos del análisis de contenido. Como resultado encontramos que la mayoría de los estudiantes relaciona la flotación de los cuerpos con la densidad; sin embargo, presentan otros argumentos considerando otros parámetros como peso, cantidad y la no miscibilidad. En este sentido, resaltamos la necesidad de estudios que amplíen esta discusión así como de otras propuestas de enseñanza que discutan este concepto en los diferentes niveles de enseñanza.

**Palabras clave:** densidad, tres momentos pedagógicos, educación básica.



Atribucion, no comercial, sin derivados

[ 202 ]

Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias

e-ISSN: 2346-4712 • Vol. 13, No. 2 (jul-dic 201), pp. 201-217

## Introdução

O Ensino Fundamental<sup>1</sup> é uma etapa da educação básica em que o estudante deve desenvolver a capacidade do aprendizado por meio do domínio da leitura, da escrita e do cálculo. Na área de Ciências Naturais o aprendizado deve propiciar aos estudantes o desenvolvimento de uma ampla compreensão do mundo, de modo que esses possam coletar, processar, analisar informações e ter capacidade decisiva frente a diferentes situações (BRASIL, 1998).

Nesse sentido, compete ao professor possibilitar o questionamento, o debate e a investigação, visando ao entendimento da ciência como construção histórica e como saber prático, superando as limitações do ensino passivo, fundado na memorização de definições e de classificações sem qualquer sentido para o estudante (BRASIL, 1998).

Durante as aulas de Ciências, é nítida a dificuldade dos estudantes na compreensão do conceito de densidade. Muitas vezes há a memorização da fórmula ( $d=m/v$ ), o que não condiz com a utilização correta do conceito em situações cotidianas, como no caso da flutuabilidade dos corpos. A flutuação dos objetos é um assunto bastante questionado pelos estudantes. São exemplos: “Como um navio feito de aço, tão pesado, flutua?”; “Como o submarino afunda e depois sobe novamente?”. É claro que devemos lembrar que, dependendo do tipo de questão formulada, outros conceitos, além da densidade, são necessários para melhor compreensão do fenômeno, como os conceitos de forças intermoleculares, polaridade, imiscibilidade, empuxo (FARIAS, 2004).

Muitos estudantes não conseguem compreender esses conceitos isoladamente, muito menos extrapolá-los para explicar fenômenos cotidianos; acabam, assim, se embasando em conhecimentos do “senso comum” para formular suas respostas.

Nesse contexto, relacionado às dificuldades dos estudantes na compreensão de alguns conceitos científicos, a proposta didática apresentada neste artigo foi elaborada com o intuito de apresentar e discutir uma intervenção para abordar o conceito de densidade. Para tal, apresentamos inicialmente a dinâmica didático-pedagógica conhecida como os Três Momentos Pedagógicos (3MP) (DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO, 2002), a começar por suas origens até chegar ao Ensino de Ciências, bem como seus limites e potencialidades. Em seguida, expomos breves considerações da literatura sobre o conceito de densidade e na sequência detalhamos a proposta didática de intervenção desenvolvida em conformidade com os 3 MP. Ao final do artigo, discutimos os resultados desta proposta e explanamos algumas implicações para o ensino do conceito de densidade.

## 1. Os três momentos pedagógicos

Ao fazer um levantamento histórico dos três momentos pedagógicos, MUENCHEN (2010) explica que esta dinâmica foi originada a partir dos anos 80 durante o desenvolvimento de um projeto de ensino de ciências na Guiné-Bissau, denominado: Formação de Professores de Ciências Naturais da Guiné Bissau, coordenado inicialmente por Delizoicov e Angotti. Posteriormente, juntaram-se a eles os investigadores Pernambuco e Dal Pian com o projeto: Ensino de Ciências a partir de Problemas da Comunidade, coordenado por PERNAMBUCO (1993). Em seguida, no trabalho desenvolvido na Secretaria Municipal de Educação da cidade de São Paulo: Interdisciplinaridade via tema gerador, quando Pierson e Zanetic juntaram-se ao grupo, percebe-se a presença das ideias de Paulo Freire, principalmente com relação às categorias dialogicidade e problematização.

1 O Ensino Fundamental de nove anos foi implementado no Brasil a partir de 2005. A intenção é fazer com que aos seis anos de idade a criança esteja no primeiro ano do Ensino Fundamental e termine essa etapa de escolarização aos 14 anos, assegurando a todas as crianças, um tempo mais longo no convívio escolar, mais oportunidades de aprender e um ensino de qualidade (BEAUCHAMP, PAGEL, NASCIMENTO, 2007).

O pensamento freireano de que o diálogo entre educador e educando é o aspecto fundamental para a problematização de situações reais vividas e, as suas ideias para uma educação problematizadora baseada em temas foram fundamentais para as ações e reflexões desse grupo (MUENCHEN, 2010). DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO (2011) destacam que as práticas pedagógicas cuja referência é o tema gerador têm suas bases teóricas na pedagogia de Paulo Freire, como podemos verificar a seguir:

Os temas geradores foram idealizados como um objeto de estudo que compreende o fazer e o pensar, o agir e o refletir, a teoria e a prática, pressupondo um estudo da realidade em que emerge uma rede de relações entre situações significativas individual, social e histórica, assim como uma rede de relações que orienta a discussão, interpretação e representação dessa realidade (DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO, 2011 p. 165).

Explicitado por MUENCHEN (2010), o roteiro pedagógico, que já era utilizado pelo Centro de Educação Popular Integrada (CEPI), estava organizado em três momentos: *Estudo da Realidade*, *Estudo Científico* e *Trabalho Prático*. O primeiro se referia ao contato inicial com o assunto a ser estudado, o que podia ser feito examinando o objeto em estudo ou por meio do levantamento de informações sobre o assunto. No segundo momento eram abordados os aspectos necessários à compreensão da realidade por meio de teorias científicas, habilidades de cálculo, manuseio de instrumentos, entre outros. E, o terceiro “consistia na realização de atividades coletivas estimuladas pelo estudo científico e articuladas a intervenções que se relacionavam com as condições locais em que a população vivia”, o que podia ser feito por meio de atividades culturais como a produção de sabão, a conservação do espaço escolar, entre outras (MUENCHEN, 2010 p. 110).

A autora então destaca que a partir do desenvolvimento do projeto de ensino de Ciências Naturais na Guiné-Bissau foi possível estabelecer o que hoje se denomina de três momentos pedagógicos,

inicialmente denominado “roteiro pedagógico” (DELIZOICOV, 1982). No entanto, esclarece que a aplicação do roteiro pedagógico ocorreu inicialmente em nível de proposta no ano de 1979, implementada por Demétrio Delizoicov e Nadir Castilho na formação dos professores guineenses. Desta proposta inicial emergiram algumas transformações/ inovações que contribuíram para a constituição de conhecimentos e práticas do grupo, especificamente por Demétrio Delizoicov, José André Angotti e, posteriormente, pelas contribuições de Marta Pernambuco. Então, o roteiro pedagógico deu origem aos 3MP a partir de adequações realizadas nos momentos pedagógicos adotados no CEPI.

Nas características do roteiro pedagógico é perceptível uma inspiração teórico-crítica, mesmo não estando vinculado às ideias freireanas de educação. A apropriação do saber científico tendo em conta preparar os alunos para a compreensão e análise crítica da realidade com vistas a sua transformação, também são bases presentes na proposta inicial. No entanto, na reconstrução dos três momentos pedagógicos, o principal avanço em relação ao roteiro pedagógico refere-se a incorporação da dialogicidade em cada um dos três momentos, consolidando uma abordagem adaptada da concepção freireana para um contexto de educação formal (MUENCHEN, 2010; DELIZOICOV, 1982). Estas características dialógicas são explicadas por Pernambuco 1994 e novamente apresentadas por DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO (2011 p. 167):

Ao organizar uma aula, uma sequência de conteúdos, uma reunião com pais, estamos sempre atentos à situação inicial que gera o passo seguinte. É o momento de compreender o outro e o significado que a proposta tem em seu universo e ao mesmo tempo permitir-lhe pensar, com um certo distanciamento, sobre a realidade na qual está imerso. É o momento da fala do outro, da decodificação inicial proposta por Paulo Freire, quando cabe ao professor, ou ao organizador da tarefa, ouvir e questionar, entender e desequilibrar os outros participantes, provocando-os a mergulhar na etapa seguinte. Este primeiro

momento constitui o estudo da realidade (ER). Uma segunda fase ou momento é o de cumprir as expectativas: é quando, percebendo quais as superações, informações, habilidades necessárias para dar conta das questões inicialmente colocadas, o professor ou educador propõe atividades que permitam a sua conquista. Aqui predomina a fala do organizador. Apesar de não se perder de vista a fala do outro, o que orienta essa etapa é a tentativa de propiciar os saltos que não poderiam ser dados sem o conhecimento do qual o organizador é o portador. É o momento da organização do conhecimento (OC). O terceiro é o da síntese, quando a junção da fala do outro com a fala do organizador permite a síntese entre as duas diferentes visões de mundo, ou, ao menos, da percepção de sua diferença e finalidade. É um momento em que uma fala não predomina sobre a outra, mas juntas exploram as perspectivas criadas, reforçam os instrumentos apreendidos, fazem um exercício de generalizações e ampliação dos horizontes anteriormente estabelecidos: aplicação do conhecimento (AC).

Os autores salientam que o fazer pedagógico visa sempre partir do que o aluno vive e sabe com a finalidade de ampliar esse universo e ainda promover o desenvolvimento de uma habilidade de buscar conhecimento. As referidas dinâmicas didático-pedagógicas, além de viabilizar a construção de um projeto coletivo para os professores de uma escola, possibilita o enfrentamento dos diferentes tipos de heterogeneidade entre alunos, estabelecendo um compromisso com os princípios teóricos adotados, os objetivos, as características e vivências dos alunos (DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO, 2011).

A partir do final dos anos 1980 foram publicados o livro “Física” (DELIZOICOV, ANGOTTI, 1990a) e o livro “Metodologia do Ensino de Ciências” (DELIZOICOV, ANGOTTI, 1990b), originados do “Projeto diretrizes gerais para o ensino de 2º grau: núcleo comum e habilitação magistério”, que tinha por objetivo o desenvolvimento de conteúdos das disciplinas do Núcleo Comum e da Habilitação Magistério. Em ambas as obras os autores propunham e utilizavam a dinâmica didático-pedagógica que ficou conhecida

como os “Três Momentos Pedagógicos”, apresentada inicialmente por Delizoicov em 1982 e fundamentada pela perspectiva de uma abordagem temática (DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO, 2002).

MUENCHEN, DELIZOICOV (2014) relatam que a edição dos referidos livros possibilitou a disseminação da dinâmica dos 3MP entre a comunidade de profissionais do Ensino de Ciências. O livro “Física” por meio do Programa de Melhoria e Expansão do Ensino Médio (MEC) e o livro “Metodologia do Ensino de Ciências”, que em 1994, integrou o Programa Nacional Biblioteca do Professor (PNBP). Ambos também constaram e constam como bibliografia em editais de concursos públicos para a carreira do magistério, além de serem utilizados como bibliografia para organização das ementas de disciplinas de cursos de licenciatura da área de ciências da natureza e de programas de pós-graduação com foco no ensino de Ciências e em cursos de formação continuada de professores, no quais os 3MP são empregados.

No livro “Metodologia do Ensino de Ciências” os momentos pedagógicos são explorados no 2º capítulo da obra, inicialmente apresentados pelos autores como uma proposta de abordagem metodológica. No entanto, após compreendidas algumas contraposições relacionadas as premissas epistemológicas e pedagógicas defendidas no decorrer do livro, DELIZOICOV, ANGOTTI (1994) apresentam os 3MP e as características essenciais de cada um deles (MUENCHEN, 2010).

Na Problematização Inicial são discutidas situações reais que geralmente fazem parte do cotidiano dos estudantes. Essas situações se relacionam com o conteúdo que será abordado. Nessa etapa o professor apenas instiga a participação dos aprendizes por meio de questões e discussões, porém não dá respostas conclusivas. Por meio dessa etapa é possível averiguar o conhecimento prévio dos alunos acerca do assunto abordado. É uma fase na qual os estudantes podem perceber que são necessários conhecimentos adicionais para dar as respostas adequadas ao problema inicial (DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO 2002; MARENGÃO, 2012).

No segundo momento, denominado Organização do Conhecimento, são trabalhados os conteúdos necessários para a solução dos problemas levantados na problematização inicial. O professor inicia um roteiro pedagógico do conteúdo, com diversas tarefas, experimentos e outras atividades, a fim de favorecer a superação da visão simplista do estudante sobre o problema inicial. Com isso, o professor fornece informações adicionais aos alunos (DELIZOICOV, 1982; MARENGÃO, 2012).

E, na aplicação do conhecimento, outros conhecimentos podem extrapolar-se além da questão inicial, tendo como base os mesmos conceitos científicos, ou seja, há ampliação do conteúdo programático, extrapola-o para uma esfera que transcende o cotidiano do aluno (DELIZOICOV, 1982; MARENGÃO, 2012).

Nessa perspectiva, o uso da abordagem dos momentos pedagógicos se configura como uma dinâmica de organização do trabalho do professor para efetivar esse esforço da abordagem temática com a dimensão cognitiva.

## 2. Densidade em foco

Apesar de aparecer frequentemente em situações cotidianas, a densidade é um conceito científico que ainda gera algumas confusões entre os estudantes (ROSSI *et al.* 2008; XU, CLARKE, 2012; ESTADOS UNIDOS, 2014). Essas dificuldades passam a ser ressaltadas quando os estudantes são expostos a situações cotidianas diversas que fazem uso desse conceito e que acabam não sendo bem compreendidas.

De acordo com ROSSI *et al.* (2008), uma possível explicação para essa falta de compreensão pode ser atribuída ao fato de, na escola, a densidade ser, na maioria das vezes, associada apenas à matemática, ou seja, relacionada a fórmula ( $d=m/v$ ) ou ao seu valor resultante e limitada a exemplos como misturas entre líquidos ou entre sólidos.

HERRON (1975) também salienta que conceitos que envolvem razão são extremamente difíceis de serem compreendidos por alguns estudantes. Segundo o autor, os estudantes são capazes de memorizar

um algoritmo para realizar cálculos numéricos, contudo são incapazes de aplicar o conceito em qualquer problema diferente daqueles analisados ou discutidos em aula. Para ele, estudantes que aprenderam a calcular densidade a partir de dados de massa e volume são frequentemente incapazes de responder questões simples tais como: “água possui densidade menor que o ácido sulfúrico. Qual terá maior volume, 100g de água ou 100g de ácido sulfúrico?”. Nesse contexto, concordamos com MORTIMER, MACHADO, ROMANELLI (2000), ao afirmar que:

[...] ao se ensinar densidade com ênfase na expressão matemática, o estudante dificilmente conseguirá aplicá-lo em seu cotidiano, como para explicar o funcionamento dos densímetros em postos de gasolina, o que indica que o aluno não aprendeu o conceito, mas apenas sua definição, já que um conceito implica ao mesmo tempo a relação com objetos e com outros conceitos. (p. 274)

Dessa forma, muitos estudantes aprendem densidade apenas como o resultado da razão “massa pelo volume”. Isso torna o conceito abstrato e impede que os alunos compreendam algo além da fórmula (HAWKES, 2004).

SNIR, SMITH, GROSSLIGHT (1993) enfatizam que o fato de a densidade não poder ser observada diretamente, mas ser um valor inferido por meio da relação entre outras observações e medições, favorece a abstração do tema e a dificuldade de entendimento do conceito.

Outro obstáculo no ensino desse conceito, por parte dos educadores, é o fato do termo “densidade” apresentar distintas definições, dependendo da área de estudo em que é utilizado. Segundo o Dicionário Eletrônico Houaiss (BRASIL, 2007), densidade pode ser definida como:

[...] qualidade do que é denso, compacto; bastidão, espessura, densidão (substantivo feminino);[...] riqueza de conteúdo; profundidade emocional ou complexidade intelectual (sentido figurado);[...] grandeza, ger.

expressa em bits por polegada quadrada, que exprime a quantidade de dados digitalizados passíveis de serem armazenados na unidade de área de uma superfície magnética (informática). (s/p)

HAWKES (2004) ainda afirma que a densidade se relaciona com a distribuição das partículas de uma determinada massa contida em um dado volume, refletindo macroscopicamente os arranjos dessas partículas em nível atômico-molecular. Para FASSOULOPOULOS, KARIOTOGLU, KOUMARAS (2003), densidade é a distribuição espacial de uma determinada quantidade que atua sobre um sistema específico dentro de um volume.

Pesquisadores argumentam que a razão para a densidade ser um conceito de difícil compreensão, pode estar relacionada ao fato de ser uma propriedade que não é diretamente perceptível, é abstrata, obtida por meio de cálculos, ou seja, não há nenhuma maneira direta de medi-la. Além disso, a resistência dos estudantes à visão científica da densidade também pode estar associada a equívocos dos estudantes, quando esses confundem peso e densidade e normalmente os misturam em um mesmo conceito (SNIR, SMITH, GROSSLIGHT, 1993; HAWKES, 2004; KANG, SCHARMANN, NOH, 2004; XU, CLARKE, 2012).

Sabe-se que o estudante não deve utilizar apenas o conhecimento do cotidiano como fonte de verdades indiscutíveis, mas apropriar-se de conhecimentos científicos e enfrentar o desafio de sua interpretação, consciente de que vive em grupo, transformando a expressão tão habitual, “Eu acho que...” na expressão “De acordo com...”, mediante o raciocínio científico (SOUZA, ARROIO, 2013).

No entanto, em nossas salas de aula, ainda nos deparamos com estudantes que se mostram incapazes de reconhecer, nos fenômenos, as representações simbólicas do conhecimento científico, ficando presos aos meros exemplos fornecidos pelo professor, conseqüentemente, não conseguindo extrapolar e interpretar o mundo a sua volta (MORTIMER, 1995).

Nesse contexto, um desafio central para os educadores de Ciências é propor atividades de ensino que favoreçam as ideias científicas e/ou estimulem mudanças fundamentais em seus próprios conceitos e, no presente caso, (re)estruturem a compreensão dessa entidade conceitual (SNIR, SMITH, GROSSLIGHT, 1993).

### 3. A coleta de dados e o percurso metodológico

As atividades, com foco no conceito densidade, foram realizadas nas aulas de Ciências, em duas turmas de 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola particular localizada na cidade de Londrina, Paraná, Brasil. Participaram da investigação 71 estudantes. As atividades foram elaboradas de acordo com a abordagem metodológica dos Três Momentos Pedagógicos (DELIZOICOV, ANGOTTI, 1994; MUENCHEN, 2010), que consiste em uma proposta dinâmica, para abordar conteúdos em sala de aula, dividida em três momentos, a saber: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento.

Nesta investigação, na problematização inicial, foi proposta uma atividade (Quadro 1) sobre o motivo de o petróleo flutuar na água do mar caso um navio petroleiro sofresse um acidente. Nessa atividade o objetivo consistia em identificar as ideias iniciais dos estudantes a respeito do assunto a ser trabalhado. A atividade foi realizada em grupos de quatro estudantes, sem intervenção por parte do professor.

No segundo momento, a organização do conhecimento, foram realizadas algumas atividades, com o objetivo de discutir o conceito em foco. Iniciou-se com a leitura, realizada pelos estudantes, de parte de uma crônica (Quadro 2), que abordava o diálogo entre o coronel Olegário e seu filho mais novo, Paulo, que intrigado com as diferentes situações do cotidiano envolvendo fluabilidade de substâncias, corpos e objetos, questiona o pai, solicitando explicações dos diferentes fenômenos (SANTOS FILHO, 2006).

**Quadro 1.** Atividade desenvolvida na problematização inicial.

**Por que o petróleo flutua sobre o mar?**

Aline, Camila, Lucas e Miguel discutem sobre qual é o motivo do petróleo flutuar e não afundar na água do mar quando um navio petroleiro sofre um acidente.

**Aline** diz: “O petróleo flutua porque pesa menos que a água. Quando um material pesa menos que outro, flutua”.

**Lucas** disse: “Eu creio que o peso não tem nada a ver, o petróleo flutua porque não pode misturar-se com a água, são imiscíveis, como o azeite e a água. Como não se mistura fica em cima”.

**Camila** responde: “A causa pela qual o petróleo flutua é que é menos denso que a água. Não pode ser o peso porque um quilo de petróleo pesa o mesmo que um quilo de água do mar”.

**Miguel**, em resposta, opina que é uma questão de quantidade. Diz: “O petróleo flutua porque está em menor quantidade que a água, além disso, o petróleo caiu em cima da água do mar”.

Responda:

- Qual ou quais das opiniões expressas por estes quatro companheiros reflete melhor a sua opinião.
- Você acredita que algum deles tem toda a razão? Por quê?

**Fonte:** adaptado de SANMARTÍ (1998).

**Quadro 2.** Crônica: O que bóia e o que afunda?

A nossa história começa na fazenda do Coronel Olegário, um lugar tranquilo, onde ele desfruta de todas as facilidades que a natureza lhe proporciona, juntamente com sua família e com seus animais. Todos os dias, o Cel. Olegário acorda muito cedo vai até o celeiro ordenhar sua vaca para o café da manhã. O leite extraído vai para a mesa ainda quente, branco, com espuma e uma camada de gordura boiando. Dona Leondina acorda em seguida e acompanha o marido na refeição matinal; porém, ela raspa a gordura que boia sobre o leite, pois não gosta de tomá-la.

Certo dia, Paulo, o filho mais novo, foi buscar um copo de água na cozinha e viu sua avó, dona Tibúrcia, fazendo massa para pão. Resolveu ajudá-la. Depois de um tempo, notou um fato interessante: enquanto a farinha pura boiava na água, quando sua avó colocava a massa pronta em um copo com água, para saber quando a massa estaria pronta para assar, ela afundava. Diante disso, Paulo pensou: Será que afundar na água depende, unicamente, do tamanho das bolinhas de massa que a vovó prepara? Pegou então a massa de pão e fez três bolinhas; uma muito grande, uma média e uma muito pequena. Em seguida, jogou cada uma das três bolinhas em um copo com água e percebeu que todas afundaram. Observou ainda que o fato de afundar não dependia, unicamente, da quantidade de massa de pão.

De repente, ouviu-se um barulho incrível e todos que estavam no interior da casa saíram apressados para ver o que acontecera.

Um caminhão havia tombado e toda serragem que ele transportava caíra no rio, às margens da estrada. Todos ficaram perplexos e sem ação, olhando para o rio coberto com a serragem que boiava e seguia o movimento das águas. Paulo, rapidamente, pegou um balde e retirou uma amostra de água do rio. Adicionou mais serragem ao balde para aumentar a quantidade desta em relação à quantidade de água e percebeu um fato importante: a serragem continuava boiando.

Com isso ele concluiu que a serragem continuaria boiando no rio, independentemente de sua quantidade, da mesma maneira que a massa de pão sempre afundaria na água.

Uma ideia muito importante estava, então, começando a se formar na cabeça de Paulo, que passou a observar mais atentamente tudo o que acontecia ao seu redor. Em outra ocasião, quando o sol ainda nem havia aparecido, Paulo, ainda sonolento, levantou e foi até a cozinha; pegou dois copos e preencheu, completamente, um deles com areia e o outro com serragem. Em seguida, pegou duas jarras idênticas e colocou exatamente a mesma quantidade de água em ambas. Despejou a serragem em uma delas e a areia na outra. Pronto! Tudo havia ficado muito claro. A areia afundou e a serragem boiou, e isso não dependeu das quantidades de serragem e areia utilizadas.

Um pouco mais tarde, o Cel. Olegário acordou e, como de costume, foi ordenhar uma de suas vacas. Tãmanha foi sua surpresa quando, retornando à casa, encontrou seu filho adormecido, sentado em uma cadeira, com a cabeça sobre a mesa, segurando um jarro em cada mão. Ficou espantado por um instante, mas não fez nenhum alarde; colocou um copo de leite a sua frente e aguardou até que ele acordasse. Quando isso aconteceu, o menino viu o copo de leite com um pouco de gordura em sua superfície e imaginou: “puxa, parece com algo com o qual sonhei!” Intrigado com tudo, Paulo começou a se questionar mais e mais sobre a constatação de que, na água, algumas espécies, líquidas ou sólidas, boiam, enquanto outras afundam. O que deveria governar aquelas observações?

Apesar de todos os atrativos que a fazenda de seu pai pudesse lhe proporcionar, Paulo decidiu encontrar uma explicação para aquelas observações. Como não dispunha de livros em sua casa, ele decidiu telefonar para Gildôncio, um de seus amigos de infância, pois sabia que ele estava bem adiantado em seus estudos na capital.

Quando Paulo relatou aquelas observações a seu amigo, este lhe respondeu prontamente: “Meu caro Paulo, você ainda é muito novo para se preocupar com essas coisas”. Em todo caso, apenas para satisfazer sua curiosidade, digo-lhe que existe uma propriedade de todas as substâncias chamada densidade. É ela que define o que boia em quê. Se você tiver uma mistura de várias substâncias em que, pelo menos uma delas se encontre no estado líquido, tudo que for mais denso que o líquido afundará nele, enquanto que, tudo o que for menos denso deverá boiar ou flutuar.

Em um primeiro momento, o curioso Paulo se deu por satisfeito e começou a tirar suas próprias conclusões: a gordura e a serragem devem ser menos densas que a água, ao passo que o mel e a massa de pão devem ser mais densos que ela e por isso afundam. Aparentemente, Paulo havia satisfeito a sua curiosidade e achou muito interessante praticar, no seu dia-a-dia, a nova informação adquirida, imaginando que isso seria um hábito muito salutar e que ajudaria a desenvolver o conhecimento adquirido.

Naquele mesmo dia, o Cel. Olegário estava indo pescar e convidou o seu filho para acompanhá-lo. Mal sabia ele o quanto este curioso iria atrapalhar o seu lazer. Chegando à beira do rio, munidos de todo o equipamento, iniciaram a sua agradável pescaria. Cel. Olegário já de início jogou um pedaço de miolo de pão para atrair os peixes. Tão logo, o moleque viu o pão boiando exclamou: - Olha lá pai, o miolo é menos denso que a água!

Paulo ficou intrigado com aquilo, pois, no dia anterior havia constatado que a massa do pão era mais densa que a água. Contudo ficou quieto.

Um pouco depois, a densidade lhe voltou à mente e ele disse a seu pai:

- - Pai, já pensou como seria fácil pescar se todos os peixes fossem menos densos que a água? E Paulo acabava se interessando cada vez menos pela pescaria e mais pela densidade. Quando ele avistou um tronco de árvore boiando na água, não resistiu e exclamou:
- - Nossa! Aquele baita tronco pesado boiando na água! Quer dizer que, apesar de tão pesado, ele é menos denso que a água?

A situação foi tornando cada vez mais complicada para o jovem observador, até que, em um dado instante, quando ele atirou uma pequena pedra na água e esta afundou, ele não se conteve:

- Pai, o senhor sabe por que uma pedrinha tão pequena como esta pode afundar, enquanto que aquele baita tronco de árvore flutua na água? Antes mesmo que o senhor tente responder, já vou lhe dizendo que é porque a pedra é mais densa que a água e que o tronco.
- Quer dizer que tudo que boia na água é menos denso que ela? Quer dizer que um navio é menos denso que a água? E por que então que de vez em quando tem uns que afundam? Quer dizer que em certo momento ele é menos denso que a água e em certo instante ele passa a ser mais denso e não volta mais a ser menos denso? Questionou o Cel. Olegário.
- Mas é verdade! Tudo que é menos denso que a água boia nela, enquanto que tudo que for mais denso que ela deve afundar.
- E como você explica, então, os submarinos, que ora estão sobre a água e ora afundam nela? Como o mesmo objeto pode ser ora mais denso e ora menos denso que a água? Esse negócio de densidade é bobagem! Para que ficar preocupado com isso?
- Não é preocupação, eu só estou tentando entender as coisas que acontecem ao meu redor. Talvez, este tipo de conhecimento possa me auxiliar algum dia. Olhe a sua própria vara de pescar, para que existe este chumbinho próximo ao anzol? Por que o senhor não colocou um pedaço de madeira ao invés do chumbo?
- Deve ser porque a madeira é menos densa que a água e o chumbo é mais denso que ela. Completou o pai.

Depois dessa, nosso jovem curioso resolveu deixar pra lá e guardar sua curiosidade para si mesmo. Na verdade, a sua grande decepção, naquele momento, era com a sua própria ingenuidade. Ele não se conformava com o fato de nem sequer ter perguntado ao seu amigo o que vinha a ser a tal de densidade.

Na primeira oportunidade que teve, Paulo telefonou para seu amigo Gildôncio e relatou tudo que lhe ocorrera na pescaria com seu pai. Mas a sua maior surpresa ainda estava por vir. Quando Paulo comentou que havia ficado tão empolgado com a ideia de comparar densidades, que havia até esquecido de perguntar o que vinha a ser este parâmetro, Gildôncio lhe respondeu:

- Eu tinha certeza que esta situação aconteceria! Eu percebi que você não havia perguntado o que era densidade, mas resolvi ficar quieto até que você percebesse, por si só, a necessidade de saber do que se trata esse parâmetro.

- Puxa, você é mesmo sacana, né?! Sabia que eu iria passar por uma situação daquela e mesmo assim não disse nada!
- É claro, meu amigo, você quer todas as informações assim, de graça, sem se esforçar para obtê-las e sem saber da sua real necessidade? Nada disso, você é que deve ir atrás da informação e não o contrário.

Bem, depois de todo esse discurso, faça o favor de me dizer o que significa densidade, pois tenho uma série de curiosidades a satisfazer.

- Claro, meu amigo, lá vai: “Densidade é um parâmetro que relaciona a quantidade de matéria e o volume ocupado por ela”. Em outras palavras, significa a porção do espaço efetivamente ocupada por certa quantidade de matéria. Entendeu?
- Eu não, acho que você está me enrolando!
- Olha só, respondeu Gildôncio. Alguém, algum dia, resolveu relacionar a quantidade de matéria, expressa em gramas, com o volume ocupado por ela. Isso significa que o mesmo volume de duas substâncias distintas não tem a mesma massa. Por exemplo, um copo totalmente cheio de areia é bem mais pesado que um copo do mesmo tamanho totalmente cheio de serragem. Isso significa que, para o mesmo volume de areia e serragem, a areia é bem mais pesada que a serragem.
- Não sei se já vi ou se já sonhei com isso, mas concordo com o que você está afirmando, disse Paulo.
- E Gildôncio continuou.
- Por outro lado, esse mesmo copo completamente cheio de água, ou seja, o mesmo volume de água, pesa mais que o copo de serragem e menos que o copo de areia. Juntando-se, agora, essas três observações, podemos dizer que para o mesmo volume de água, serragem e areia, a água pesa mais que a serragem e menos que a areia. Assim, a água é mais densa que a serragem e menos densa que a areia.
- Como o nosso amigo Paulo é muito mais esperto do que imaginamos, ele logo exclamou:
- Puxa, isso é legal mesmo! Será que não existe uma maneira de expressarmos tudo isso numericamente, sem ter que ficarmos repetindo tudo toda vez que tivermos que nos referir à densidade?
- Claro que existe, respondeu Gildôncio.
- Vamos, então me explique logo como é isso, disse Paulo.
- Pronto, lá vem você querendo tudo sem ter que se esforçar para obter as informações. Como imagina que podemos quantificar este conceito que estamos querendo formular?

Eu imagino que uma maneira muito simples de se relacionar massa e o volume seria multiplicar um valor pelo outro e, assim, teríamos um número, cuja unidade seria grama vezes litro.

Muito bem, meu amigo, essa seria uma alternativa; mas, em todo caso, assim como você sugeriu a multiplicação entre os valores, por que você não pensou em dividi-los. Da mesma maneira, teríamos um número que expressaria a densidade, só que agora seria expressa em gramas por litro.

- Xiiii... agora você me confundiu, disse Paulo.
- Calma, meu amigo, não precisa se preocupar. Alguém, muito antes de nós, já teve essa mesma preocupação. Não sabemos exatamente por que, mas essas pessoas optaram por dividir a massa pelo volume ocupado por ela. Ao quociente, resultante da divisão da massa pelo volume, chamaram densidade do material e sua unidade é expressa em gramas por mililitro. Não pergunte por que optaram pelo quociente ao invés da multiplicação; a verdade é que isto é aceito até os dias de hoje.
- Acho que agora estou entendendo o significado de densidade. Será que serei capaz de explicar tudo isso ao Coronel? Indagou Paulo.
- Tenho certeza que sim, responde Gildôncio.

E todo alegre, lá ia Paulo à procura de seu pai, para desfazer todo mal-entendido que estabeleceu durante a pescaria.  
[...]

Fonte: adaptado de SANTOS FILHO (2006, p. 24-29).

Em seguida, após a leitura da crônica, realizou-se uma atividade experimental que consistia de um copo contendo óleo sobre água, com maior quantidade de óleo do que água. Foi perguntado aos estudantes se, ao virarmos o copo, esses materiais manteriam as posições (óleo-água), ou o fato de termos mais óleo influenciaria na mudança quanto à posição (água-óleo). O copo foi virado várias vezes

para que os estudantes pudessem observar e lançar hipóteses, notando que a quantidade de óleo era irrelevante nesse contexto.

Na sequência, utilizando-se de uma proveta e uma balança, foram calculadas as densidades de alguns materiais: água, álcool e óleo. Para isso, os cálculos de densidade foram realizados no quadro negro com a participação dos alunos. Para fins de

identificação dos materiais, a Tabela 1 foi apresentada aos estudantes, com breve discussão sobre a densidade do Mar Morto. Em relação ao Mar Morto, foi ressaltado que é um ambiente com grande quantidade de sais dissolvidos na água, muitas vezes, superior à dos demais oceanos, o que influencia na densidade da água local e, conseqüentemente, na flutuabilidade dos corpos.

**Tabela 1.** Densidade aproximada de alguns materiais.

<b>Materiais</b>	<b>Densidade (g.cm<sup>-3</sup>)</b>
Água	1,000
Álcool	0,785
Acetona	0,789
Ferro	7,86
Alumínio	2,702
Óleo de cozinha	0,86
Ouro	19,3

**Fonte:** adaptado de BRASIL (2003 p. 71).

Dando continuidade às atividades, foi apresentado e discutido um vídeo<sup>2</sup> que abordava a flutuabilidade. A primeira atividade do vídeo mostrava que, ao se adicionar sal à água, ocorrem mudanças no comportamento quanto à flutuabilidade dos corpos. Outra atividade do vídeo abordava a influência do formato na flutuabilidade; para essa atividade foram exibidas duas embarcações feitas de mesmo material e com a mesma massa, no entanto, com formatos diferentes.

O vídeo foi apresentado aos alunos e, posteriormente, discutido com algumas questões, como: “O que aconteceu quando o sal foi adicionado à água?”; “Como o formato da embarcação influenciou na flutuabilidade da mesma?”.

Por fim, realizou-se o terceiro momento, Aplicação do Conhecimento. Nesse, utilizam-se os conceitos discutidos no segundo momento para analisar, interpretar e encontrar respostas para o problema abordado na problematização inicial. Então,

as questões iniciais foram novamente propostas, porém, nessa etapa, o questionário foi respondido de forma individual, com o objetivo de investigar a compreensão do conceito abordado, após a realização e discussão das atividades propostas.

Os dados foram analisados de acordo com os pressupostos da Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011). Para isso, as respostas dos estudantes ao questionário proposto no Quadro 1 foram primeiramente organizadas e sistematizadas. Os estudantes foram instigados a concordar com a(s) opinião(ões) de Aline (peso), Lucas (miscibilidade), Camila (densidade) e Miguel (quantidade) na questão “a” (Qual ou quais das opiniões expressas por estes quatro companheiros reflete melhor a sua opinião?). As respostas foram agrupadas de acordo com o conceito defendido por determinado colega no texto, por exemplo, se o estudante concordasse com Aline, ele conseqüentemente estaria afirmando que o peso seria o responsável pela flutuabilidade do petróleo sobre a água; e assim, sucessivamente. Esse mesmo procedimento foi adotado para a questão “b”.

Em seguida, as respostas foram agrupadas em categorias (peso – P; miscibilidade – I; densidade – D e quantidade – Q) e, por fim, todas as respostas, tanto as do primeiro momento quanto as do terceiro foram categorizadas para que os resultados pudessem ser discutidos com maior clareza.

#### 4. Resultados e Discussão

*Em foco as respostas fornecidas pelos estudantes no primeiro momento*

Foram estabelecidas, a priori, quatro categorias relacionadas a cada conceito expresso nas respostas de Camila, Lucas, Miguel e Aline acerca da flutuabilidade do petróleo sobre a água.

Totalizaram-se, no primeiro momento, 18 grupos de alunos, ou seja, 18 respostas para cada

<sup>2</sup> Disponível em: <[http://177.71.183.29/acessa\\_fisica/index.php/acessafisica/Midias/Audiovisual/Os-Curiosos-densidade](http://177.71.183.29/acessa_fisica/index.php/acessafisica/Midias/Audiovisual/Os-Curiosos-densidade)>. Acesso em: 01 de nov. de 2017.

questão (questões “a” e “b”), uma vez que os questionários foram realizados em grupos de quatro alunos. A partir da análise da questão “a”: “Qual ou quais das opiniões expressas por estes quatro companheiros reflete melhor a sua opinião?”, foi obtida a Tabela 2.

**Tabela 2.** Porcentagem de grupos nas categorias relacionadas à questão “a” do primeiro momento pedagógico.

Questão “a”	
Categorias	% de grupos
P	0,00%
I	5,56%
D	33,33%
Q	0,00%
<b>D/I</b>	<b>61,11%</b>
Total	100,00%

Fonte: Os autores.

A partir dos dados expressos na Tabela 1, percebe-se que a maioria dos grupos, 61,11%, ou seja, 11 grupos de um total de 18, afirmaram que a densidade e a imiscibilidade são os principais conceitos que explicam o fato do petróleo flutuar e não afundar na água, concordando com as respostas de Lucas e Camila. 33,33% dos grupos (6 grupos) mencionaram apenas o conceito densidade para explicar o fenômeno e, por fim, 5,56% dos grupos (1 grupo apenas) confirmaram a imiscibilidade como o único conceito explicativo para a flutuabilidade do petróleo sobre a água.

Justificar a flutuabilidade dos corpos em função da imiscibilidade é algo frequentemente mencionado pelos estudantes, pois parece haver certa confusão na distinção entre esse conceito e o de densidade. Questões como: “Porque óleo e água não se misturam?” ou “Porque ao misturarmos água e óleo este último fica por cima?” embora pareçam muito semelhantes, necessitam da compreensão de conceitos distintos para seu entendimento.

Para responder à primeira questão – “Porque óleo e água não se misturam?” – o aluno deverá ter a compreensão dos conceitos de forças intermoleculares/polaridade/solubilidade/, ou seja, as

duas substâncias não se misturam por apresentarem forças intermoleculares distintas e, portanto, terem polaridades diferentes (água – ligações de hidrogênio/moléculas polares e óleo – dipolo induzido/moléculas apolares), sendo, dessa forma imiscíveis. O conceito densidade não explicaria a primeira questão, pois substâncias de densidades diferentes podem ser miscíveis, por exemplo, água ( $d=1,0 \text{ g.cm}^{-3}$ ) e álcool ( $d=0,79 \text{ g.cm}^{-3}$ ). O que faz com que o álcool e a água se misturem é o fato de apresentarem polaridades semelhantes, embora tenham densidades diferentes.

Com relação à segunda questão – “Porque ao misturarmos água e óleo este último fica por cima?” – neste caso, já assinalamos *previamente* a imiscibilidade, destacando as posições. Dessa forma, para esse tipo de questão a explicação para o fato de o óleo ficar por cima da água, deve-se ao conceito densidade, uma vez que o óleo ( $d=0,86 \text{ g.cm}^{-3}$ ) é menos denso que a água ( $d=1,0 \text{ g.cm}^{-3}$ ).

Nessa perspectiva, ROSSI *et al.* (2008) enfatizam que a sequência de uma aula é muito importante para que erros conceituais sejam evitados. Por exemplo, abordar polaridade junto (ou antes) de densidade pode facilitar a compreensão de fenômenos associados à interação entre substâncias, como também de questões envolvendo miscibilidade e solubilidade.

Abordar os conceitos de densidade, polaridade e interações intermoleculares em momentos muito distantes dificulta a articulação dos mesmos e também a compreensão de cada conceito isoladamente (ROSSI *et al.*, 2008).

Para a questão “b” – “Você acredita que algum deles tem toda a razão? Por quê?” – obtiveram-se as respostas apresentadas na Tabela 3.

Em relação à questão “b”, 55,56% dos grupos, ou seja, 10 grupos do total de 18, não concordaram totalmente com a exclusividade de um único conceito para explicar o fenômeno da flutuabilidade do petróleo sobre a água. Entretanto, 44,44% dos grupos (8 grupos) ainda afirmaram ser a densidade das substâncias a única responsável pelo fenômeno em questão.

**Tabela 3.** Porcentagem de grupos nas categorias relacionadas à questão “b” do primeiro momento pedagógico.

Questão “b”	
Categorias	% de grupos
P	0,00%
I	0,00%
D	44,44%
Q	0,00%
<b>Nenhum</b>	<b>55,56%</b>
Total	100,00%

Fonte: Os autores.

Na segunda parte da questão “b” – “Você acredita que algum deles tem toda a razão? Por quê?” –, os alunos deveriam justificar se concordavam inteiramente ou não com apenas um conceito para explicar o fato de o petróleo flutuar e não afundar na água. Assim, foram obtidos os seguintes resultados: de um total de 18 grupos, sete afirmaram que o petróleo é realmente menos denso que a água, cinco disseram que as ideias de Lucas e Camila se complementavam, ou seja, imiscibilidade e densidade explicavam o fenômeno, quatro não concordaram inteiramente com as respostas dadas por Lucas e Camila, afirmando que poderia haver falta de informação ou até mesmo erros em ambas as respostas, um grupo relacionou a flutuabilidade ao peso e, por fim, um grupo não justificou a resposta.

Os dados do presente estudo encontram confirmação no estudo de PICELLI (2011). Segundo a autora, muitos estudantes acreditam que o fato de o objeto boiar, inicialmente, com base em conhecimentos prévios, está relacionado apenas ao seu peso. A pesquisadora ressalta ainda que os estudantes têm imensa restrição em abandonar seus conhecimentos prévios e aceitar o novo saber científico, além, é claro, da dificuldade em atribuir a um argumento apenas a explicação do fenômeno, o que evidencia a falta de conhecimento de cada conceito em particular.

### *As atividades do segundo momento*

Iniciamos a sequência das atividades com a leitura da crônica, durante a qual foram feitas poucas

interferências, a fim de que os próprios alunos pudessem refletir sobre as informações.

Na atividade de sobrepor óleo e água em um béquer, obtivemos como resultado o fato de o óleo sempre se manter sobre a água, independentemente da quantidade. Isso foi discutido com os estudantes, mas sem denotar o motivo real da sobreposição, explicado pelo conceito “densidade”, que iria ser construído pelos estudantes ao longo da sequência de atividades.

Em seguida, com a atividade de determinação das densidades da água, óleo e álcool, os alunos perceberam que, para um mesmo volume, a massa dos materiais variava. Obtivemos valores bem aproximados aos da tabela de referência (Tabela 1), reforçando, ainda, que os materiais possuem densidades diferentes e que essa propriedade é específica de cada material. A constatação de que a densidade do óleo é menor que a da água iria reforçar a densidade como argumento imprescindível para responder à pergunta de origem de todo trabalho: motivo do petróleo flutuar e não afundar na água.

Para SMITH *et al.* (1997), artefatos simbólicos, como o cálculo prático de medir a densidade, servem como uma ferramenta de ensino para orientar e coordenar as ações dos alunos durante o trabalho prático e como um dispositivo para documentar os resultados experimentais, que ajudam os estudantes a analisar os resultados obtidos. No entanto, devem sempre ser acrescidos de explicações.

O vídeo que trazia alguns experimentos sobre densidade foi bem explicativo e conseguiu provocar novas ideias sobre o assunto. Os estudantes perceberam que a densidade da água se alterou com a adição de sal e também examinaram a importância do formato (volume) na flutuação dos barquinhos. Por fim, o recurso abordou a flutuabilidade dos corpos como dependente tanto da densidade quanto do empuxo, o que foi realmente proveitoso para que os alunos observassem a existência de outros conceitos científicos relacionados ao assunto.

Em foco as respostas fornecidas pelos estudantes no terceiro momento

Após a realização e a discussão das atividades, no terceiro momento pedagógico, apresentamos aos estudantes as questões iniciais, porém, nessa fase, eles as responderam individualmente, totalizando 71 alunos, ou seja, 71 respostas para cada questão (questões “a” e “b”). O panorama observado nas respostas individuais apresentou-se distinto do que havia sido observado no primeiro momento.

Para a questão “a” – “Qual ou quais das opiniões expressas por estes quatro companheiros reflete melhor a sua opinião?” –, os dados estão disponíveis na Tabela 4.

**Tabela 4.** Porcentagem de indivíduos nas categorias relacionadas à questão “a” do terceiro momento pedagógico.

Questão “a”	
Categorias	% de indivíduos
P	0,00%
I	0,00%
<b>D</b>	<b>78,87%</b>
Q	0,00%
D/I	19,72%
D/Q	1,41%
Total	100,00%

Fonte: Os autores.

Observa-se que 78,87% dos estudantes afirmaram ser a densidade o conceito que explica o fato do petróleo ficar na parte superior. Entretanto, mesmo após as atividades, 19,72% ainda atribuíram à imiscibilidade dos líquidos (petróleo e água) e à densidade uma possível explicação do fenômeno em questão e 1,41% dos alunos acrescentam a quantidade como um fator responsável pela flutuação dos corpos.

Nesse sentido, partilhando das ideias de SMITH *et al.* (1997), MORTIMER, MACHADO, ROMANELLI (2000), os autores salientam que o estudante geralmente aprende a definição de densidade, mas isso não necessariamente implica na aprendizagem do conceito, o que só se realiza quando esse é aplicado a diferentes fenômenos, nos quais as relações entre densidade e outros conceitos vão se tornando explícitas.

Quando decoram uma definição e/ou fórmula, eles não conseguem utilizá-las para responder questões de compreensão e, ainda, não analisam as partes e nem as relacionam com o todo, como percebeu ARNONI, KOIKE, BORGES (2003), em um estudo sobre o conceito de densidade.

Essa deficiência na aprendizagem do conceito é palpável em diferentes trabalhos, quando se percebe que, apesar de os estudantes conseguirem relacionar uma situação de equilíbrio ao observarem que as densidades de dois corpos são iguais, eles ainda não conseguem fazer extrapolações, como no caso do funcionamento de um densímetro ou mesmo em outras observações práticas (BAZÍLIO, NAVES, SOARES, 2006).

Já em relação à questão “b” – “Você acredita que algum deles tem toda a razão? Por quê?” – foi obtida a Tabela 5.

**Tabela 5.** Porcentagem de indivíduos nas categorias relacionadas à questão “b” do terceiro momento pedagógico.

Questão “b”	
Categorias	% de indivíduos
P	0,00%
I	0,00%
<b>D</b>	<b>87,32%</b>
Q	0,00%
Nenhum	12,68%
Total	100,00%

Fonte: Os autores.

Na tabela 5, observa-se que 87,32% dos alunos concordaram que a densidade explica a flutuabilidade do petróleo sobre a água, mas ainda 12,68% sentiram-se intrigados em explicar o fenômeno da flutuabilidade correlacionando-o a apenas um único conceito. Este percentual (12,68%) demonstra a falta de delimitação e a incompreensão do conceito de densidade. Reflete ainda, certa confusão por parte dos estudantes sobre como e quando utilizar esse conceito adequadamente em situações práticas do cotidiano.

Na segunda parte da questão “b” – “Você acredita que algum deles tem toda a razão? Por quê?” –, os alunos deveriam justificar se concordavam

inteiramente ou não com apenas um conceito para explicar a flutuabilidade do petróleo sobre a água. As respostas foram as seguintes: de um total de 71 respostas (71 alunos), 43 alunos afirmaram que o petróleo é menos denso que a água, cinco alunos indicaram que nas respostas de Lucas (imiscibilidade) e Camila (densidade) faltaram informações ou elas estavam incorretas, cinco alunos confundiram densidade com imiscibilidade, escrevendo que o petróleo é menos denso que a água, por isso, não se misturam, 15 mencionaram que a diferença de densidade faz um objeto afundar ou flutuar, um afirmou que a quantidade e a densidade juntas explicavam o fenômeno, um ressaltou que a flutuabilidade dos objetos depende da densidade, empuxo e formato dos mesmos e, por fim, um aluno afirmou que o quilo do petróleo não é o mesmo que o quilo da água.

Para SMITH *et al.* (1997), a visão contínua da matéria impõe um grande obstáculo para os alunos compreenderem as propriedades da matéria em termos de partículas, por exemplo, a densidade.

A confusão e a dificuldade atribuída ao conceito “densidade” é tão importante que BAZÍLIO, NAVES, SOARES (2006) detectaram que alunos de outros níveis de ensino (graduandos de Farmácia e mestrandos em Química), tiveram dificuldade em relacionar as variáveis “volume” e “massa” com a constante que dá origem ao conceito “densidade”, pois em uma das perguntas, em que se cortava um cubo de madeira pela metade, um terço dos alunos relataram uma possível alteração na sua densidade.

PICELLI (2011) afirmou que não foi possível a elaboração do conceito “densidade” pelos seus alunos como era esperado, pois houve grande resistência dos estudantes em se afastarem de seus conhecimentos prévios, quando esses se referiam ao objeto mais denso como sendo mais pesado. A autora averiguou também que os aprendizes tiveram dificuldade em relacionar os significados conferidos aos objetos com a possibilidade desses flutuarem ou não.

Esses estudos demonstram a dificuldade de entender por que o número resultante da equação matemática ( $d=m/v$ ) deve ser visto como uma propriedade do tipo de material ao invés do objeto ou

de seu tamanho. Nesse contexto, em virtude das dificuldades acima mencionadas, HAWKES (2004) ressaltava que os educadores precisam nortear seus estudantes a compreenderem a densidade com os seus devidos princípios e ajudá-los a perceber que esses se articulam.

## 5. Considerações Finais

Considerando as finalidades pretendidas nesta investigação, que objetivou investigar os conhecimentos prévios de estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental sobre densidade e apresentar uma proposta de intervenção didática para abordar este conceito, trazemos como resultados algumas interpretações.

No primeiro momento pedagógico, os estudantes foram desafiados a expor seus entendimentos sobre determinada situação – neste caso, a flutuabilidade do petróleo sobre a água - tínhamos a intenção de obter um panorama das ideias dos alunos acerca deste aspecto. Evidenciamos, nas respostas dos grupos, que a maioria dos estudantes atribuiu a flutuabilidade do petróleo sobre a água a dois conceitos, intervindo isoladamente ou juntos - imiscibilidade e densidade. Este resultado resalta a falta de clareza dos estudantes em diferenciar e compreender estes conceitos, principalmente quando relacionados a situações que fazem parte de determinados contextos.

No segundo momento, foram propostas atividades diversas com o intuito de apresentar e discutir conhecimentos científicos necessários para melhor compreensão das situações envolvidas no tema e na problematização inicial. As situações cotidianas expostas na crônica, o experimento do copo com óleo e água, os cálculos efetuados das densidades do óleo, do álcool e da água enfatizaram que a densidade é uma propriedade específica de cada substância. O vídeo também destacou que quando duas ou mais substâncias são misturadas a densidade é alterada, fato que foi percebido pela adição do sal à água. As atividades desenvolvidas reforçaram a importância da densidade para explicar o fenômeno “flutuabilidade”.

Por fim, no terceiro momento, destinado a empregar o conhecimento do qual o estudante vem se

apropriando para analisar e interpretar as situações propostas na problematização inicial, percebeu-se a (re)construção do conceito, por muitos estudantes, uma vez que a grande maioria passou a relacionar a fluabilidade ao conceito de densidade; diferenciando-a dos demais conceitos peso, quantidade e imiscibilidade. Nossa intenção, ao retomar as situações iniciais era que neste momento da intervenção didática, os estudantes passassem a compreendê-la a partir do olhar da Ciência.

Em geral, percebeu-se que os estudantes apresentam dúvidas com relação ao entendimento do conceito de “densidade”, principalmente relacionado à fluabilidade dos corpos, pois alguns destacaram argumentos a favor dos demais parâmetros (peso, imiscibilidade e quantidade). Esse fato justifica a necessidade de mais estudos sobre o tema, além da discussão de diferentes estratégias de ensino para abordar esse conceito com estudantes nos diferentes níveis de ensino.

Vale ressaltar que nossa intenção com esta proposta de intervenção didática não residia em comparar o antes e o depois, nem tampouco concluir ou afirmar que houve melhor aprendizagem pelo fato de usar a abordagem dos três momentos pedagógicos. Por se tratar de uma abordagem organizada com base em um tema, ela possibilitou a (re)significação das ideias iniciais dos alunos com vistas a construção do conhecimento científico, ou seja, a definição do conceito de densidade. Trata-se, portanto, de uma proposta em que os conhecimentos prévios dos alunos são valorizados e utilizados na construção de um diálogo interativo no sentido de proporcionar a compreensão dos conceitos científicos abordados a partir de conhecimentos de senso comum.

## Referências bibliográficas

- ARNONI, M. E. B.; KOIKE, L. T.; BORGES, M. A. **Hora da ciência: um estudo sobre atividades experimentais no ensino do saber científico**. 2003. Disponível em: < [www.unesp.br/programa/PDFNE2003/Hora%20da%20ciencia.pdf](http://www.unesp.br/programa/PDFNE2003/Hora%20da%20ciencia.pdf)>. Acesso em: 09/03/2014.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 1 ed. Edições 70, São Paulo. 2011.
- BAZÍLIO, H. O.; NAVES, A. T.; SOARES, M. H. F. B. **Como os alunos entendem o conceito de densidade**. Parte II, 29ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química. Livro de Resumos, ED093. Poços de Caldas, 2006.
- BEAUCHAMP, J.; PAGEL, S. D.; NASCIMENTO, A. R. **Indagações sobre currículo: currículo e avaliação**. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. Brasília: Brasil. 2007. 44 p.
- BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. **Parâmetros Curriculares Nacionais, Terceiro e Quarto Ciclos do Ensino Fundamental**. Brasília. 1998.
- BRASIL. Grupo de Estudo e Pesquisa em Qualidade (GEPEQ). **Interações e transformações I: Química para o Ensino Médio: Livro de Exercício**. v. 1. 5 ed., Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2003.
- BRASIL. Instituto Antônio Houaiss. **Dicionário Eletrônico Houaiss da Língua Portuguesa**. Editora Objetiva Ltda. Rio de Janeiro. 2007.
- DELIZOICOV, D. **Concepção problematizadora para o ensino de ciências na educação formal: relato e análise de uma prática educacional na Guiné-Bissau**. 227p. Dissertação de mestrado. IFUSP/FEUSP. São Paulo: Brasil. 1982.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Física**. São Paulo: Cortez, 1990a.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 1990b.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do Ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 1994.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo, Cortez, 2002.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. 4 ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- ESTADOS UNIDOS. CFA (HARVARD-SMITHSONIAN CENTER FOR ASTROPHYSICS). **Understanding Density**. Cambridge. s. f. Disponível em: < [www.cfa.harvard.edu/smg/Website/UCP/pdfs/Densityoverview.pdf](http://www.cfa.harvard.edu/smg/Website/UCP/pdfs/Densityoverview.pdf)>. Acesso em: 2/05/2014.

- FARIAS, R. F. de. Utilizando uma Luminária do Tipo “Lava-Luz” para o Ensino de Densidade, Dilatação Térmica e Transformações de Energia. **Química Nova na Escola**, São Paulo, SP, n.19, pp.43-45. 2004.
- FASSOULOPOULOS, G.; KARIOTOGLU, P.; KOURMARAS, P. Consistent and inconsistent pupils' reasoning about intensive quantities: the case of density and pressure. **Research in Science Education**, Cham, Suíça, v. 33, pp.71-87. 2003.
- HAWKES, S. J. The concept of density. **Journal of Chemical Education**, Washington, DC, v. 81, n. 1, pp.14-15. 2004.
- HERRON, J. D. Piaget for chemists. Explaining what “good” students cannot understand. **Journal of Chemical Education**, Washington, DC, v.52, n.3, pp.146-150. 1975.
- KANG, S.; SCHARMANN, L. C.; NOH, T. Reexamining the Role of Cognitive Conflict in Science Concept Learning. **Research in Science Education**, Cham, Suíça, n. 34, pp.71-96. 2004.
- MARENGÃO, L. S. L. **Os Três Momentos Pedagógicos e a elaboração de problemas de Física pelos estudantes**. 82p. Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal de Goiás – UFG. Goiânia, 2012.
- MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, RS, v. 1, n. 1, pp. 20-39, 1996.
- MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. A proposta curricular de Química do estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Química Nova**, São Paulo, SP, v. 23, n. 2, pp. 273-283. 2000.
- MUENCHEN, C. **A disseminação dos Três Momentos Pedagógicos: um estudo sobre práticas docentes na região de Santa Maria/RS**. 273p. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Trindade, Florianópolis, 2010.
- MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro “Física”. **Ciência e educação**, Bauru, SP, v. 20, n. 3, pp. 617-638. 2014.
- PERNAMBUCO, M. M. C. A. Significações e realidade: conhecimento (a construção coletiva do programa). In: PONTUSCHKA, N. (org.) **Ousadia no diálogo: interdisciplinaridade na escola pública**. Loyola. São Paulo: Brasil. 1993.
- PICELLI, S. L. da S. D. **Investigações sobre as interações discursivas na elaboração do conhecimento de densidade nas aulas de ciências**. 161p. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina – UEL. Londrina, 2011.
- ROSSI, A. V. *et al.* Reflexões sobre o que se Ensina e o que se Aprende sobre Densidade a partir da Escolarização. **Química Nova na Escola**, São Paulo, SP, n.30, pp.55-60. 2008.
- SANMARTÍ, N. La Evaluación de los aprendizajes. In: GAIRIN, J.; SANMARTÍ, N. **La Evaluación Institucional**. Ministerio Educación. Buenos Aires, Argentina. 1998. 28p.
- SANTOS FILHO, P. F. dos. Crônica: O que boia e o que afunda? É a densidade quem decide. **Revista Brasileira de Ensino de Química**, Campinas, SP, v. 1, n. 1. p. 21-31. 2006.
- SMITH, C. *et al.* Teaching for understanding: A study of students' pre-instruction theories of matter and a comparison of 2 approaches to teaching students about matter and density. **Cognition and Instruction**, Londres, v. 15, n. 3, pp. 317-393.1997.
- SNIR, J.; SMITH, C.; GROSSLIGHT, L. Conceptually enhanced simulations: a computer tool for science teaching. **Journal of Science Education and Technology**, Cham, Suíça, v. 2, n. 2. 1993.
- SOUZA, D. D. D. de; ARROIO, A. Construção de argumentos escritos: a influência da metodologia de ensino e do gênero do discurso. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, RS, v. 18, n. 2, pp. 283-297. 2013.
- XU, L.; CLARKE, D. Student Difficulties in Learning Density: A Distributed Cognition Perspective. **Research in Science Education**, Cham, Suíça, n. 42, pp. 769-789. 2012.