



AS CONCEPÇÕES DE ALUNOS DO ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO SOBRE O CONCEITO DE DENSIDADE: O QUE DIZEM AS PESQUISAS

THE CONCEPTIONS OF FUNDAMENTAL AND HIGH SCHOOL STUDENTS ON THE DENSITY CONCEPT: WHAT THE RESEARCHS SAY

Márcia Santos Melo  

Universidade Estadual de Maringá (UEM)

✉ marciameloprofa@hotmail.com

Cristiane Santi Chaves Rodrigues  

Universidade Estadual de Maringá (UEM)

✉ cris.santi@gmail.com

RESUMO: O objetivo desta pesquisa foi investigar as concepções que os alunos do Ensino Fundamental e Médio apresentam sobre o conceito de densidade, a partir de pesquisas e trabalhos já publicados. Além disso, foram analisados também, as seis coleções dos livros didáticos de Química do Ensino Médio, aprovadas pelo PNLD (2018). Para alcançar esse objetivo, foi realizado uma busca nos bancos de teses e dissertações da BDTD e da CAPES, visto que esta investigação é do tipo Revisão Bibliográfica pois é feita a partir do levantamento prévio de referências teóricas já analisadas e divulgadas por meios diversos. Os dados foram agrupados em categorias, estabelecidas a *posteriori*, por meio de termos que consideramos próximos em seus significados após a leitura dos materiais segundo os pressupostos de Cervo e Bervian. Foram identificadas três categorias, a saber: C1 – Densidade como obstáculo epistemológico; C2 – Propostas metodológicas para o ensino de densidade e C3 – Reflexão das práticas docentes em relação a abordagem do conceito de densidade. As análises a partir destas categorias fomentaram as discussões necessárias para as considerações deste trabalho, no qual pudemos concluir que de um modo geral, as concepções dos alunos estão ligadas aos aspectos matemáticos que traz a relação massa x volume, à ideia de “peso” (denso afunda, menos denso flutua) e como propriedade específica da matéria na qual é mobilizada para realizar separação entre misturas.

PALAVRAS-CHAVE: Propriedade. Volume. Peso.

ABSTRACT: The objective of this research was to investigate the conceptions that the students of Elementary and High School present on the concept of density, from research and works already published. In addition, the six collections of high school chemistry textbooks approved by the PNLD (2018) were also analyzed. In order to achieve this objective, a search was carried out in the thesis and dissertation banks of BDTD and CAPES, as this investigation is of the Bibliographic Review type, since it is made from the previous survey of theoretical references already analyzed and published by different means. The data were grouped into categories, established a *posteriori*, using terms that we consider close in their meanings after reading the materials according to the assumptions of Cervo and Bervian. Three categories were identified, namely: C1 - Density as an epistemological obstacle; C2 - Methodological proposals for teaching density and C3 - Reflection of teaching practices in relation to the approach to the concept of density. The analyzes based on these categories fostered the necessary discussions for the considerations of this work, in which we could conclude that, in general, the students' conceptions are linked to the mathematical aspects that brings the mass x volume relationship to the idea of to the idea of “wight” (dense sinks, less dense floats) and as specific property of matter in which it is mobilized to perform separation between mixtures.

KEY WORDS: Property. Volume. Weight.

Introdução

Enquanto professora de Matemática é necessário trabalhar a parte matemática de densidade que no 7º ano do Ensino Fundamental é vista a partir das ideias envolvendo razão como relação entre duas grandezas. Nessa abordagem são trazidas algumas razões especiais, dentre as quais estão o cálculo da densidade de um corpo. No entanto, ao discutir acerca dos termos que compõem a razão $d = m/V$, na qual densidade é igual a divisão entre a massa total e o volume total de um corpo - seja ele sólido, líquido ou gasoso - acabam por surgir alguns entraves conceituais, quando os alunos do Ensino Fundamental questionam efetivamente, acerca da definição da grandeza física densidade.

Os alunos no Ensino Fundamental entendem que densidade é o volume ou então o peso de um corpo, e não entendem que há uma relação entre as duas grandezas. Quando questionados sobre o que os remete o termo densidade, logo dizem que é o material mais pesado que é o de maior densidade. Esclarecemos que o termo “peso” utilizado neste trabalho, se refere a quantidade de matéria ou massa de um corpo. Faria, Passos e Bergamo (2020) defendem que a prática de atividades experimentais auxilia na compreensão desses e outros conceitos, contextualizando as aulas, permitindo a construção de um conhecimento mais sólido e próximo da vivência cotidiana, quando relacionamos suas concepções prévias.

Percebemos que é comum que os estudantes confundam também a viscosidade de um material com sua densidade, e acreditamos que a realização de um experimento mostraria a diferença e possibilitaria a compreensão correta dessas duas grandezas físicas. A ampliação da discussão permitiria ainda o aprofundamento do conceito de densidade, principalmente com os alunos do Ensino Médio, relacionando os conteúdos de tensão superficial e forças intermoleculares trabalhados na disciplina de Química e até mesmo outros conceitos abordados em outras disciplinas.

Uma proposta de ensino baseada na investigação também pode ser uma aliada, na desconstrução de obstáculos e no fortalecimento de uma fundamentação pautada em conhecimento científico. Mas afinal, o que é Densidade? Qual a sua relação com o volume e o peso? Nesse contexto, buscando compreender a dificuldade dos alunos em relação ao conceito de Densidade propomos a seguinte questão de pesquisa: Quais as concepções que os alunos do Ensino Fundamental e Médio possuem acerca do conceito de Densidade?

Desse modo, este trabalho tem como objeto de estudo discutir as concepções de alunos, do Ensino Fundamental e Médio, em relação ao conceito de densidade, a partir de algumas pesquisas que foram produzidas e publicadas em eventos científicos, revistas e programas de pós-graduação.

Para responder à questão de pesquisa foi definido o seguinte objetivo geral: investigar em algumas pesquisas produzidas quais as concepções que os alunos do Ensino Fundamental e Médio possuem acerca do conceito de Densidade.

Com intuito de alcançar o objetivo geral foram traçados alguns objetivos específicos:

- Identificar e analisar as produções científicas acerca da temática Densidade;
- Analisar a partir de reflexões apontadas nos resultados das pesquisas identificadas e nas propostas relacionadas à abordagem sobre o conteúdo Densidade, trazidas nos livros didáticos aprovados pelo PNLD/2018.

Tendo em vista que no Ensino Fundamental o tema Densidade é trabalhado em duas disciplinas (Matemática e Ciências), buscaremos ainda:

- Identificar as aproximações e os distanciamentos entre as abordagens sob essas duas perspectivas, no sentido de reiterar as particularidades na abordagem de cada área do conhecimento.

Para a apresentação das discussões trazidas neste artigo, o organizamos em três seções: A primeira apresenta o percurso metodológico, o qual discorre sobre o caminho percorrido para o desenvolvimento dessa investigação. A segunda seção traz a descrição dos materiais coletados e as discussões que permitiram responder o objetivo geral. A terceira, e última seção traz as considerações finais a partir do olhar sobre a problemática proposta nesta pesquisa.

Percurso Metodológico

Assumimos este trabalho como caráter qualitativo, partindo da ideia de que uma pesquisa efetiva necessita procedimentos metodológicos que tracem o caminho que será percorrido por ela, uma vez que, segundo Garnica (2012, p. 97-98):

Um método sempre traz, em si, a noção de eficácia. Cuida-se de engendrar um mecanismo que, de modo julgado eficaz, nos dê pistas para compreender determinada situação, resolver determinado problema, responder a determinada questão ou encaminhar determinados entraves. A eficácia, porém, será julgada segundo os pressupostos teóricos e vivências do pesquisador, e esse é o motivo principal de não se poder apartar uma metodologia de uma concepção de mundo e dos fundamentos teórico-filosóficos do pesquisador.

Segundo Coutinho, 2013, p. 47 “o processo de uma investigação necessita ser planejado, desde o momento em que se seleciona a problemática, se formulam as hipóteses, se definem variáveis e se escolhem instrumentos, até a fase em que se interpretam e comunicam os resultados”. Sendo assim, definimos a problemática e seus objetivos, seguidos pelo questionamento: *O que dizem as pesquisas produzidas acerca das concepções que os alunos do Ensino Fundamental e Médio possuem sobre o conceito de densidade?*

Desde então, partindo do pressuposto de que uma revisão da literatura tem a função de realizar o levantamento do que já se tem em termos de produção científica, para que “[...] não se refaça o que já está feito, mas também porque o exercício de encontrar lacunas em trabalhos já realizados ajudam na “focalização da lente” do pesquisador” (Borba & Araújo, 2012, p. 45, grifos do autor), é que reiteramos a relevância deste trabalho. Por se tratar de um levantamento prévio de referências teóricas já analisadas e divulgadas por meios diversos, como: eletrônicos ou escritos; obras do mesmo gênero, artigos científicos, sites, eventos, páginas da web entre outros, e possibilitar ao pesquisador ter acesso e conhecer o que já foi publicado sobre o tema. Consideramos essa investigação do tipo Revisão Bibliográfica narrativa, tendo em vista que possui como principal característica a não utilização de critérios explícitos e sistemáticos no processo de busca e análise da literatura. Ademais, a interpretação e subjetividade por parte do pesquisador também se enquadra dentro do escopo dos procedimentos realizados para o levantamento realizado (UNESP,2015).

Nesse sentido, foram realizadas buscas de pesquisas, nas quais procuramos identificar todos os materiais que investigaram as principais dificuldades no que se refere à aprendizagem do conceito de densidade, na BDTD – Biblioteca Digital de Teses e Dissertações¹, bem como na CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior, que apresentaram discussão acerca do nosso objeto de investigação a partir de palavras-chave relacionadas à ‘concepções sobre densidade’; ‘estudo de densidade’ e ‘Ensino Fundamental e Médio’; ‘dificuldades de aprendizagem’ e ‘conceito de densidade’ produzidas no período de 2008 a 2017.

¹ Disponível em: <https://bdt.d.ibict.br/vufind/>. Acesso em: 05 set. 2019.

As Concepções de Alunos do Ensino Fundamental e Médio sobre o Conceito de Densidade: O que Dizem as Pesquisas

Foram encontradas nove produções científicas entre artigos, monografias, dissertações e teses. No exercício de lançarmos um olhar mais analítico aos resultados apontados pelas produções investigadas, consideramos relevante agrupá-las em categorias, estabelecidas por nós a *posteriori*, por meio de termos que entendemos serem próximos em seus significados. Para isso, nos embasamos nos pressupostos de Cervo e Bervian (2002), os quais propõem as seguintes etapas de análise: pré-leitura, leitura seletiva, leitura crítica ou reflexiva e a leitura interpretativa.

Após a conclusão dessas etapas determinamos o *corpus* da pesquisa totalizando nove materiais, especificados no Quadro 1.

Quadro 1: Produções científicas que compõem a pesquisa.

Tipo	Ano	Título	Revista/Evento	Autores
Artigo	2008	Reflexões sobre o que se ensina e o que se aprende sobre densidade a partir da escolarização	XIV ENEQ ²	Rossi <i>et al.</i>
Monografia	2010	Uma nova visão no ensino de volume de paralelepípedos e no cálculo da densidade de materiais	Não se aplica	Zanata
Dissertação	2011	Investigações sobre as interações discursivas na elaboração do conhecimento de densidade nas aulas de ciências	Não se aplica	Picelli
Artigo	2014	Densidade: Uma proposta de aula investigativa	Química Nova Escola	Souza <i>et al.</i>
Artigo	2015	Obstáculo Epistemológico na Aprendizagem do conceito de viscosidade	REDEQUIM ³	Gandra <i>et al.</i>
Dissertação	2016	O ensino do conceito de densidade em ciências do ensino fundamental	Não se aplica	Pereira
Trabalho	2017	Ensinando densidade por problemas e experimentos: será que afunda ou não afunda?	XI ENPEC ⁴	França e Malheiro
Trabalho	2017	Uma proposta de atividade prática investigativa no ensino de ciências	37º EDEQ ⁵	Holzschuh <i>et al.</i>
Trabalho	2017	O ensino de densidade à luz da aprendizagem significativa	37º EDEQ	Zotti <i>et al.</i>

Fonte: Elaborado pelos autores.

Embora essa investigação seja embasada em materiais já publicados, entendemos que seja relevante trazer outros elementos que venham agregar mais informações sobre os apontamentos trazidos pelos materiais consultados. Trazemos então, nesta pesquisa, aspectos que consideramos pertinentes no que diz respeito à nossa temática, como a abordagem da densidade proposta nos livros didáticos. Para tanto, consideramos 5 coleções do componente curricular de Química, descritas no quadro 2, aprovadas pelo Programa Nacional do Livro Didático

² XIV Encontro Nacional de Ensino de Química.

³ Revista Debates em Ensino de Química.

⁴ XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências.

⁵ 37º Encontro de Debates sobre o Ensino de Química.

(PNLD) de 2018. Embora o Programa tenha aprovado 6 coleções, por não ter conseguido acesso a uma delas, optamos por retirá-la do rol apresentado a seguir.

Quadro 2: Coleções de livros didáticos de Química aprovados pelo PNLD 2018.

Coleção	Identificação da obra	Autores
1	Química	Martha Reis
2	Química	Machado e Mortimer
3	Ser Protagonista - Química	Bruni <i>et al.</i>
4	Química	Ciscato, Pereira, Chamelo e Proti
5	Química Cidadã	Castro <i>et al.</i>

Fonte: Elaborado pelos autores.

Cabe ressaltar que, as produções trazidas na revisão de literatura foram utilizadas como fonte de dados para reflexão acerca dos apontamentos relacionados às propostas para o ensino de densidade nos livros didáticos analisados, no intuito de responder à questão de investigação apresentada nesta pesquisa.

A fim de possibilitar a compreensão do processo de produção pelo qual cada um dos trabalhos que definem esta pesquisa passou, eles serão descritos a seguir, no sentido de identificar o que emergiu sobre as concepções dos alunos, de ensino fundamental e médio, a respeito do conceito de densidade. A partir do olhar sobre esses materiais, bem como os apontamentos, de um modo geral sobre as abordagens desse conteúdo nos livros didáticos, construímos nossas considerações sobre nossa proposta de investigação.

Descrição dos Materiais e Discussões

O primeiro material analisado foi de Rossi *et al.* (2008), intitulado *Reflexões sobre o que se ensina e o que se aprende sobre densidade a partir da escolarização*, que propôs o compartilhamento de vivências de professores no intuito de obter os dados para reflexão sobre as práticas pedagógicas de cada um.

Nessa perspectiva, os pesquisadores realizaram inicialmente uma pesquisa quantitativa, na qual foi utilizado um questionário, que buscou investigar e elencar as ideias relacionadas ao conceito de densidade, tanto no aspecto de propriedade da matéria, quanto no que diz respeito à sua relação com solubilidade, miscibilidade, bem como as relações entre massa e volume, de um grupo de 440 alunos composto por: estudantes da 1ª a 3ª séries do ensino médio, alunos da educação de jovens e adultos e ainda, graduandos do 2º semestre dos cursos de Química e Engenharia Química.

Em suas conclusões, os pesquisadores apontaram que a abordagem focada no aspecto matemático apresentada nos livros didáticos pode favorecer a apropriação do conceito de densidade dos alunos apenas como um viés voltado para a separação das fases de um sistema heterogêneo. Por outro lado, os autores ressaltam que o foco para a densidade relacionado a fenômenos de flutuação deve ser abordado de modo a não evidenciar uma relação desta com a imiscibilidade de substâncias em detrimento das ideias de interação molecular.

Nesse contexto, os pesquisadores consideraram ser relevante o trabalho com uma sequência adequada para discussão dos conteúdos nas aulas, haja vista que, o trabalho com polaridade concomitante, ou anteriormente, à densidade favorece no sentido de evitar a ocorrência de erros conceituais no que diz respeito à interação entre substâncias, que é o que ocorre quando se aborda miscibilidade e solubilidade de determinadas substâncias.

Por considerar que o estudo integrado entre volume do paralelepípedo e densidade dos materiais pode ser uma proposta significativa no que tange à construção do conhecimento tanto do primeiro, quanto do segundo, Zanatta (2010) se propôs a investigar em sua monografia intitulada: *Uma nova visão no ensino de volume de paralelepípedos e no cálculo da densidade de materiais*, a reflexão das práticas, dos docentes, a partir da elaboração e implementação de atividades fundamentadas nos pressupostos da Engenharia Didática.

Pensando em obter elementos para a preparação das atividades, o autor analisou três coleções de livros didáticos do Ensino Fundamental, as quais indicaram o caminho a ser trilhado no sentido de produzir as atividades baseadas na apropriação correta dos conceitos a serem trabalhados. Como resultado de suas análises o autor apontou que, apesar da intervenção proposta por meio das atividades apoiadas na Engenharia Didática terem alcançado seu objetivo, o mesmo afirmou que a reflexão do docente sobre a prática deve se tornar um hábito, no entanto o autor ainda evidenciou que, o fato de professores apresentarem uma jornada de trabalho próxima do máximo de aulas acabam desfavorecendo estes momentos de reflexão.

Na dissertação, *Densidade x Forças intermoleculares – uma proposta de superação de um obstáculo epistemológico*, Faria (2010) apresenta como problemática para investigação como evitar que alunos do ensino médio atribuam a heterogeneidade dos sistemas à densidade, quando questionados. Desse modo, o autor apresentou como objetivo geral a contribuição para a superação de alunos do ensino médio, no que diz respeito à compreensão dos conceitos formais relacionados à densidade e à miscibilidade.

Trazendo como abordagem metodológica a sequência didática a partir dos pressupostos dos passos pedagógicos de Astolfi, o autor se propôs, a partir desta, a fragilizar o que considerou como um obstáculo epistemológico e assim buscar possibilitar o estabelecimento da compreensão dos conceitos científicos que envolvem misturas de líquidos. Em suas considerações o autor apontou o termo densidade como obstáculo epistemológico que pode ser superado por meio do desenvolvimento de sequências didáticas pensadas para esse fim.

Picelli (2011) em sua dissertação de título: *Investigações sobre as interações discursivas na elaboração do conhecimento de densidade nas aulas de ciências*, investigou nas aulas de Ciências de uma turma do 9º ano, as interações discursivas construídas pelas perguntas do professor e pelas respostas dos alunos na elaboração do conhecimento referente a densidade. Seus dados foram analisados sob o olhar sócio construtivista de Vygotsky, bem como a ferramenta de análise das interações discursivas adaptada a partir dos estudos de Mortimer e Scott (2002) e para analisar os possíveis efeitos dessas interações, atribuição, negociação e compartilhamento dos significados de densidade, o pesquisador se apoiou na aprendizagem significativa de Ausubel.

No percurso da investigação foram identificadas variadas formas de abordagens no que concerne a comunicação professor-aluno, ademais o pesquisador também analisou a relação bem como o impacto da mobilização dessas diferentes formas na abordagem, acerca da participação dos alunos nas interações identificadas no processo de construção do conhecimento. Em suas conclusões, o pesquisador apontou um movimento cognitivo, ora progressivo, ora regressivo, que o mesmo compreende como aproximações e distanciamentos dos significados, do conceito de densidade, construídos pelos alunos no processo da zona de desenvolvimento proximal.

Souza *et al.* (2014), apresentou em seu artigo *Densidade: uma proposta de aula investigativa*, a ideia de propiciar aos alunos, da educação de jovens e adultos, atividades que contribuíssem no sentido da compreensão de fenômenos que envolvem os conceitos relacionados à densidade, no que concerne à área do direito civil e da bioética. Buscando proporcionar a esses alunos a articulação entre o conceito matemático de densidade e uma outra área por meio de uma estratégia de ensino apoiada na perspectiva de experimentação problematizadora, segundo Paulo Freire.

A atividade consistiu em uma situação problematizadora na qual foi proposta uma situação fictícia em que se fazia necessário o cálculo de densidade para decidir sobre o direito a uma herança, se configurando assim, uma problemática a ser resolvida na área do direito civil e da bioética. Desse modo, os autores concluíram que atividades propostas com enfoques alternativos possibilitaram que os alunos fossem mais ativos.

Gandra *et al.* (2015) produziu um artigo intitulado: *Obstáculo epistemológico na aprendizagem do conceito de viscosidade*, cujo objetivo geral foi o de investigar a possível confusão que ocorre entre os termos densidade e viscosidade, desse modo, buscou elencar as concepções de alguns alunos do ensino médio acerca do conceito de viscosidade a partir do viés de obstáculos epistemológicos de Bachelard (1996) e a análise de conteúdo realizada pelo autor, se deu sob os pressupostos de Bardin (2011).

Os sujeitos desta pesquisa foram alunos da 1ª série do ensino médio de uma escola localizada em Campo Grande – MS e como instrumento de coleta os pesquisadores utilizaram um questionário com duas perguntas, uma de múltipla escolha e outra dissertativa. Frente aos resultados apresentados pelo questionário os autores concluíram que há necessidade de uma reflexão de como está sendo abordado o ensino de viscosidade pelos docentes e pelos materiais didáticos, considerando que os alunos associam, de forma geral, que o escoamento de um líquido está diretamente relacionado ao peso deste. Os pesquisadores consideraram a relação de densidade como um obstáculo epistemológico verbalista, no que se refere à compreensão do conceito de viscosidade.

A dissertação de Pereira (2016), intitulada *Aprendendo com experimentos e pesquisa*, utilizou como referencial teórico o olhar de Vygotsky com a teoria histórico-cultural e teve como objetivo geral a avaliação de uma unidade didática idealizada e implantada pela mesma, acerca do conceito de densidade, por meio de experimentações nas quais foram realizadas medições, bem como a utilização de tecnologias digitais no sentido de corroborar com o processo de ensino.

A unidade didática foi implementada em uma turma de 9º ano do ensino fundamental, em uma escola pública do município de Caçapava do Sul-RS, composta por 22 alunos, sendo realizada durante 8 encontros. A análise da implementação das atividades foi avaliada a partir dos questionamentos, dos relatos e das atividades realizadas pelos alunos. Em suas considerações, a autora apontou que a proposta das atividades oportunizou uma mudança significativa, pois possibilitou contextualização, interdisciplinaridade, nas quais os alunos puderam participar como agentes principais da produção e construção do seu conhecimento.

França e Malheiro (2017) em seu trabalho, intitulado *Ensinando densidade por problemas e experimentos: será que afunda ou não afunda?*, propuseram-se a responder de que forma a utilização da problematização e da experimentação contribui para o aprendizado de densidade em uma turma da disciplina de ciências. Para isso, tiveram como objetivo geral investigar quais as contribuições da utilização desse tipo de abordagem.

Os autores utilizaram como referencial metodológico a análise de conteúdo sob a perspectiva de Roque e Moraes (1999), na aula de um professor de ciências em uma turma do 9º ano na qual foi trabalhado o conteúdo de densidade, no intuito dos alunos compreenderem por que as embarcações marítimas não afundam, assim a análise foi realizada a partir de uma avaliação escrita pelos alunos ao final da aula. Para o desenvolvimento da aula os autores se apoiaram na metodologia da problematização de Berbel e nesse sentido, constataram as contribuições positivas de uma aula pensada a partir da problematização, para a construção de significados e ainda, que contribuíram para a articulação entre a teoria e a prática.

No trabalho, *Densidade: uma proposta de atividade prática investigativa no ensino de ciências*, Holzschuh *et al.* (2017) propôs buscar desconstruir obstáculos epistemológicos que estão envolvidos no conceito de densidade, a partir de uma abordagem metodológica pautada em práticas experimentais investigativas. Os sujeitos de pesquisa, 15 alunos do 9º ano do ensino

fundamental de uma escola de educação básica de Alegrete – RS, foram levados ao laboratório para realização de atividades de cunho investigativo, no concernente ao conceito de densidade, os autores consideraram que o trabalho nesse viés possibilitou que os alunos construíssem seus conhecimentos de modo significativo.

Em suas considerações, os autores evidenciaram a importância da realização de atividades sob a perspectiva das atividades experimentais investigativas, pois as mesmas despertaram o interesse dos alunos, bem como fomentaram a criticidade dos alunos, contribuindo assim, para a alcançar o objetivo de construção do conhecimento do conceito de densidade.

Zotti *et al.* (2017), em seu trabalho de título: *O ensino de densidade à luz da aprendizagem significativa*, utilizou a produção de mapas conceituais, produzidos pelos alunos, no sentido de identificar e aproximar seus subsunçores. Desse modo, à luz da aprendizagem significativa de Ausubel, os autores propuseram a construção de mapas conceituais para um grupo de 17 alunos de uma escola privada do Vale do Taquari – RS, a fim de elencar os subsunçores que emergiram das produções relacionados ao conceito de densidade.

Identificadas as ideias iniciais que os alunos apresentaram sobre o objeto de investigação, os pesquisadores propuseram atividades que possibilitaram que os alunos refletissem sobre as primeiras concepções em relação ao conceito de densidade, propondo então que os alunos produzissem outro mapa conceitual para que este fosse comparado com o primeiro com o intuito de observar os avanços construídos.

Os pesquisadores consideraram que as ideias iniciais dos sujeitos de pesquisa eram triviais, visto que não estavam relacionadas aos conceitos científicos, além de não apresentarem relação entre as grandezas de massa e volume, não conseguindo dessa forma, compreender de que modo as duas se relacionam com a densidade dos corpos.

Sendo assim, após realizarmos as etapas citadas no percurso metodológico, elencamos os seguintes termos para composição das categorias de análise desta pesquisa: **C1 – Densidade como obstáculo epistemológico; C2 – Propostas metodológicas para o ensino de densidade e C3 – Reflexão das práticas docentes em relação a abordagem do conceito de densidade.** Cabe ressaltar que, estas categorias elencadas foram estabelecidas no sentido de nortear os olhares que cada produção científica direcionou, reiterando assim as abordagens diferenciadas de cada pesquisador. Em suma, embora o objeto de investigação tenha sido o mesmo, densidade, os aspectos observados nas produções foram classificados, neste artigo, em três categorias distintas.

Na primeira categoria (C1) estão as investigações de Rossi *et al.* (2008), Gandra *et al.* (2015) e Faria (2010), as quais discutem sobre o aspecto da densidade como obstáculo epistemológico, visto que o primeiro dos autores aponta que o fio condutor que leva para as ideias da associação do conceito de densidade com os fenômenos de flutuação pode não deixar clara a relação da primeira com a imiscibilidade das substâncias em detrimento das ideias que envolvem interação molecular e os outros dois reiteram esse apontamento, identificando inclusive o tipo de obstáculo epistemológico, bem como sugerem a realização de atividades específicas no sentido e tentativa de superar este obstáculo.

Na categoria C2 - Propostas metodológicas para o ensino de densidade, Zotti *et al.* (2017), França e Malheiro (2017), Pereira (2016), Holzschuh *et al.* (2017) e Souza *et al.* (2014) evidenciam que a trivialidade dos conceitos apresentados pelos sujeitos pode ser trabalhada sob a perspectiva de abordagens metodológicas pautadas em atividades experimentais investigativas, tendo em conta que, a contextualização, bem como a ação efetiva dos alunos pode contribuir para a construção do conhecimento científico, de maneira autônoma e sólida.

Na terceira e última categoria (C3) estão presentes os trabalhos de Picelli (2011) e Zanatta (2010) que trazem reflexões das práticas docentes em relação a abordagem do conceito de densidade,

seja observando a comunicação professor-aluno, seja mobilizando metodologias que permitam ao professor verificar o crescimento dos alunos em relação a eles mesmos e assim, a partir de reflexões constantes, poderem avançar em suas práticas.

Consideramos importante salientar alguns aspectos diante da análise por categorias realizada, primeiramente se deve ao fato de que a abordagem do conceito de densidade não é algo tão simples como pensado pelo senso comum, visto que o mesmo não se limita à ideia de “peso”, “viscosidade”, “afundar ou não afundar” “misturar ou não misturar” e nem às fórmulas matemáticas nas quais estão envolvidas a relação massa x volume, como mostrado nas pesquisas. Percebemos assim que o nosso objeto de estudo requer reflexão, tanto nas atividades propostas, quanto nas discussões em sala de aula.

Nesse sentido, Smith, Snir e Grosslight (1992) e Bakhtin (1981) apontam que, na abordagem de densidade trabalhada a partir da divisão da massa pelo volume não emerge a necessidade da discussão sobre a distribuição das partículas, relacionadas ao nível atômico nuclear, entretanto inferimos que as ideias acerca dessa linha de aprofundamento sejam relevantes para a compreensão de outras palavras e significados, mencionados anteriormente, associados à densidade.

Ainda no âmbito das ideias sobre densidade associadas a algumas palavras, evidenciamos a questão do conceito de densidade como obstáculo epistemológico de Bachelard (1996), tendo em vista que, as concepções individuais, de um determinado objeto de estudo, formadas em seu cotidiano, pela vivência e trazidas pelo sujeito para sala de aula, se constituem como obstáculo epistemológico, pois estas, se forem incorretas, se tornam um entrave para a construção do conhecimento científico e sua aproximação com o conhecimento cotidiano.

Outro elemento que emergiu das análises foi a questão sobre a importância da abordagem do cotidiano a partir do trabalho com atividades experimentais investigativas visto que, segundo o PNLD (Brasil, 2018, p. 11) “a experimentação e o contexto são elementos importantes que precisam compor as estratégias didáticas dos professores e das professoras de Química”. Esse viés que defende as atividades experimentais como abordagem metodológica para o ensino de densidade foi o mais evidenciado, considerando a quantidade de trabalhos que se enquadraram nessa categoria.

Cabe ressaltar que, as atividades de experimentação propostas, pelos autores das obras categorizadas, foram utilizadas com intenção de possibilitar a superação do conceito de densidade como obstáculo epistemológico.

Nessa perspectiva, entendemos a relevância de trabalhos que discutem sobre as práticas docentes, pois consideramos que cabe ao professor identificar os problemas de aprendizagem dos alunos e pensar em um modo de oportunizar, em suas aulas, atividades com momentos nos quais os alunos possam ser mais autônomos e ativos na construção do seu próprio conhecimento, intervindo sempre que se julgar necessário.

O Conceito de Densidade nos Livros Didáticos do Ensino Fundamental e Médio

Independente do objeto a ser estudado pelo aluno não há como não mencionar o livro didático nesse processo, haja vista que ele é um material de apoio tanto do professor como do aluno em relação aos conteúdos a serem estudados/ensinados. Cabe ressaltar que o livro não é o único material didático de apoio, no entanto é o que está acessível ao aluno todo o tempo por já ser um recurso didático consolidado (Pais, 2013). Desse modo, evidenciamos a relevância da reflexão acerca das abordagens conceituais trazidas nos livros didáticos, tendo em vista sua função na tríade professor-saber-aluno.

Pesquisadores como Chaachoua e Comiti (2010) e Vieira (2013), apontam a importância, bem como a influência, do livro didático no processo de ensino e aprendizagem, considerando a

interação entre o aluno e o livro didático. Gérard e Roegiers (1998 apud Carvalho *et al.*, 2006) e Lajolo (1996) evidenciam a função de mediação entre aluno e professor e a importância do livro didático nas práticas do professor, respectivamente.

Por concordar com Vieira (2013, p. 25), que afirma que: “[...] o livro didático como um registro escrito detém grande influência no processo de ensino e aprendizagem [...]”, apresentamos alguns autores que discutem sobre a abordagem do conceito de densidade nos livros didáticos e suas relações com a construção de conhecimentos por parte dos alunos.

Mais precisamente relativo ao ensino de Química, segundo o PNLD (Brasil, 2018, p. 10): “A abordagem presente nos livros didáticos pode contribuir para que os/as estudantes percebam as relações entre os níveis macroscópico, teórico e representacional, que são próprios do conhecimento químico”.

Nesse sentido, consideramos relevante apontar as abordagens propostas pelos livros didáticos do Ensino Médio das coleções aprovadas pelo PNLD 2018 sobre o conceito de densidade, com o intuito de compreender o papel do livro didático enquanto material de apoio para o aluno e professor. A seguir são apresentadas as coleções com suas devidas propostas de abordagem do conteúdo sobre densidade.

A Proposta do Ensino de Densidade pelos Livros Didáticos Aprovados pelo PNLD 2018

O PNLD é o guia de Livros Didáticos do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD 2018) e que tem por finalidade apresentar uma análise das coleções submetidas pelas editoras, pensando em subsidiar o trabalho do professor, permitindo assim que ele possa explorar as potencialidades do livro adotado pela sua escola. Neste guia estão disponíveis informações, (apontamentos, críticas positivas e sugestões para trabalhar com as limitações de cada livro), que podem ajudar na escolha do livro didáticos pelos estabelecimentos de ensino. Cabe ressaltar que o livro didático escolhido para adoção em sala de aula deve ser coerente com o projeto pedagógico da escola (Brasil, 2018)

No ano de 2018 foram aprovadas seis coleções do Componente Curricular Química a saber: Livro 1, *Química*, de Martha Reis; Livro 2, *Química*, de Machado e Mortimer; Livro 3, *Ser protagonista – Química*, produzido com um grupo de 14 autores; Livro 4, *Vivá Química*, de Novais e Tissoni; Livro 5, *Química*, de Ciscato, Pereira, Chamelo e Proti; e o Livro 6, *Química Cidadã*, produzido por um grupo de 8 autores.

O primeiro livro da lista, de autoria de Martha Reis, aborda o conceito de densidade como uma relação entre a massa e o volume como mostrado (Figura 1) a seguir:

Figura 1: Abordagem de densidade (livro 1)

A densidade (ou massa específica) é a relação entre a massa (m) e o volume (V) de determinado material (seja ele sólido, líquido ou gasoso).

Expressão matemática da densidade:

$$d = \frac{\text{massa}}{\text{volume}} \text{ ou } d = \frac{m}{V}$$

Fonte: Reis (2016)

Como já mencionado anteriormente, há situações nas quais a ideia sobre densidade é abordada apenas no aspecto matemático ou na exploração do fato de um corpo flutuar ou não.

O segundo livro citado, de autoria de Machado e Mortimer, também aborda a densidade sob a perspectiva matemática, como mostra a Figura 2, a seguir:

Figura 2: Abordagem de densidade (livro 2)

A unidade utilizada para representar a densidade é o grama por centímetro cúbico (g/cm^3), ou seja, podemos expressar a densidade (d) de um material por meio da relação entre sua massa (m) e por unidade de volume (V):

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

Fonte: Machado e Mortimer (2016)

Embora a ideia inicial seja voltada para o aspecto matemático, posteriormente é trabalhado no tópico relacionado à propriedade dos materiais, apontado como propriedade específica da matéria, no qual explora a densidade abordando a questão sobre a flutuação dos objetos. Evidencia a utilidade da densidade enquanto propriedade, já que ela permite o reconhecimento dos materiais, a verificação da autenticidade de materiais feitos com materiais nobres, a explicação da flutuação de objetos pesados e da separação de materiais com densidades diferentes.

No terceiro livro, de autoria de Bruni e colaboradores, a discussão sobre densidade é iniciada com a observação da densidade dos gases, trabalha a ideia de densidade como propriedade física específica da matéria, no capítulo sobre estudo dos gases, mostrada na Figura 3:

Figura 3: 1ª abordagem sobre densidade (livro 3)

Densidade das soluções

A densidade é a grandeza que mede a razão entre a massa da solução e o seu volume.

$$\text{Densidade} = \frac{\text{massa da solução}}{\text{volume da solução}}$$

Fonte: Bruni *et al.* (2016)

Em seguida, no tópico voltado para concentração das soluções, apresenta então a relação entre grandezas (Figura 4).

Figura 4: Abordagem sobre densidade (livro 3)

■ Densidade dos gases

A densidade dos gases pode ser calculada pela expressão:

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

É possível comparar a densidade entre dois gases, por meio da **densidade relativa**.

$$d_{rel} = \frac{d_A}{d_B} = \frac{M_A}{M_B}$$

Fonte: Bruni et al. (2016)

O quarto livro apresentado no guia do PNLD (2018) cujo autor é Ciscato *et al.*, como mostra o trecho (Figura 5), extraído do livro, a seguir.

Figura 5: Abordagem sobre densidade (livro 4)

Portanto, a **densidade** (d) é uma propriedade física específica dos materiais que expressa quantas unidades de massa (m) há por unidade de volume (V) de uma amostra, em determinada condição de temperatura. Pode ser calculada por meio da expressão matemática:

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

Fonte: Ciscato *et al.* (2016)

Assim como os dois primeiros livros, neste a primeira abordagem também é explorada matematicamente e em seguida, traz referência a propriedade da densidade e sua relação com a flutuação dos materiais em um líquido a partir da compreensão do motivo pelo qual alguns objetos afundam e outros flutuam. Embora o conteúdo seja iniciado com a abordagem matemática, os autores trazem propostas de atividades práticas, e algumas questões que permitem que os alunos reflitam sobre o que está sendo estudado.

O quinto e último livro, de autoria de Castro *et al.*, também inicia a abordagem a partir do aspecto matemático e no resumo, no final do capítulo, reitera seu ponto de vista assumindo de um modo geral a densidade como uma “grandeza que expressa a relação entre massa e volume de dado material”, como mostrado na Figura 6, a seguir:

Figura 6: Abordagem sobre densidade

O que aprendemos neste capítulo

Transformações químicas

- ▶ A Química é uma ciência que estuda as substâncias e as transformações. Desse modo, essa ciência pode colaborar com a proteção do ambiente e para a melhoria da qualidade de vida.
- ▶ As transformações químicas, ou reações químicas, são processos em que há formação de novas substâncias, evidenciada por mudanças de cor, odor, textura ou temperatura, pela formação de um precipitado ou de um gás.
- ▶ Nas reações químicas, as substâncias iniciais são denominadas reagentes e as substâncias finais, denominadas produtos.
- ▶ São consideradas transformações físicas os processos nos quais não há formação de novas substâncias.

Química, tecnologia e sociedade

- ▶ A Química começou a se desenvolver fundamentada nas técnicas primitivas de domínio do fogo. É possível considerar que a tecnologia nasceu quando o ser humano descobriu que podia fazer ferramentas com base em diferentes materiais.
- ▶ A Ciência, a tecnologia e a sociedade têm caminhado na busca de soluções de grandes problemas, mas as transformações geradas também têm provocado consequências ao equilíbrio no planeta.

Propriedades das substâncias

- ▶ Propriedades físicas são aquelas propriedades das substâncias ou materiais que podem ser medidas sem alterar a identidade de seu constituinte.
- ▶ Propriedades químicas são propriedades das substâncias ou materiais relacionadas com a interação com outras substâncias e que mudam a identidade de seus constituintes.
- ▶ Densidade é uma grandeza que expressa a relação entre massa e volume de dado material.
- ▶ Temperatura de fusão é a temperatura na qual a substância muda de estado de sólido para líquido, ou vice-versa.
- ▶ Temperatura de ebulição é a temperatura na qual a substância muda de estado líquido para gás, ou vice-versa.
- ▶ Solubilidade é a quantidade de um soluto que pode ser dissolvida em um solvente e depende de suas características, do solvente e da temperatura do sistema.
- ▶ As substâncias podem ser identificadas por propriedades específicas, tais como temperatura de fusão e ebulição, que são bem definidas.
- ▶ Os materiais não apresentam propriedades específicas bem definidas.

Fonte: Castro *et al.* (2016)

Frente aos apontamentos trazidos sobre as abordagens propostas nos livros didáticos, observamos a tendência deles para o trabalho com a densidade pautada na abordagem matemática e, quando focado na química, no aspecto da flutuação ou não de um corpo, e como propriedade específica da matéria, fato este que deixa a entender que o conceito de densidade está ligado apenas a esses aspectos.

De um modo geral, observamos que as abordagens propostas pelos livros didáticos aprovados pelo PNLD (2018), são bem semelhantes, haja vista que as principais ideias apresentadas sobre densidade estão vinculadas a separação de fases de sistemas heterogêneo, aparentando não haver nesse modelo explicativo, necessidade de compreensão de conceitos mais formais.

Considerações

A pesquisa é um processo em que é impossível prever todas as etapas. O pesquisador está sempre em estado de tensão porque sabe que seu conhecimento é parcial e limitado – o ‘possível’ para ele [...]”, assumimos o fato de não ser possível indicar em nossas considerações, respostas diretas em relação a nossa questão de pesquisa, levando em conta a própria imprevisibilidade dos resultados nos trabalhos analisados.

Uma pesquisa de cunho qualitativo traz em si a característica intrínseca da inesgotabilidade dos seus resultados, a julgar que o mesmo objeto de investigação, os mesmos sujeitos de pesquisa são vistos a partir do olhar do pesquisador, e este olhar pode variar de pessoa para pessoa e até mesmo do contexto de um mesmo pesquisador. Desse modo, poderíamos olhar para os mesmos dados, produzidos pelos materiais que coletamos, em um outro momento e observar elementos distintos do que observamos nesta pesquisa.

De um modo geral, podemos concluir que as concepções dos alunos do ensino fundamental e médio ainda estão diretamente ligadas a ideia de “peso”, relacionada ao fato de que o mais leve flutua e o mais pesado afunda (Rossi *et al.*, 2008). A ideia de viscosidade fica mais evidente nos alunos do ensino médio, visto que é uma palavra menos utilizada no cotidiano dos alunos dos anos finais do ensino fundamental. Consideramos importante reforçar que, o uso do termo “peso” aqui, está inteiramente relacionado à quantidade de matéria, ou massa dos objetos, o que implica mais uma vez ao uso dos termos científicos ao senso comum, conforme informado no início do trabalho.

No que concerne às concepções ligadas aos aspectos matemáticos, observamos que a relação massa x volume é a primeira ideia proposta nos livros didáticos e podemos inferir que, de certo modo é a mais “simples” para os alunos, entendendo que é necessário identificar o valor da massa e do volume e dividir o primeiro pelo segundo, não implicando em alguma compreensão mais complexa. Entretanto, Machado e Mortimer (2012) evidenciam que a não relação dos aspectos matemáticos com os teóricos em nível atômico-nuclear, permite e provoca lacunas que podem levar a futuras dificuldades de compreensão do conceito de densidade.

Contudo, esperamos que esta pesquisa possa contribuir, seja como ponto de partida, ou como complemento, para a produção de outros trabalhos nos quais se busque compreender os movimentos que permeiam o processo de ensino e aprendizagem das ciências, em todos os níveis de escolarização. No que tange, a construção de conhecimento de maneira eficiente é um obstáculo já caracterizado, assim como Faria, Passos e Bergamo (2015) afirmam que, o uso de informações de senso comum, como imagens e termos, na tentativa de facilitar o processo, acabam por gerar uma falsa compreensão do fenômeno.

Neste sentido, corroboramos com os autores que defendem a inserção da prática experimental alinhada aos conceitos teóricos trazidos pelos livros didáticos, possibilitando a desconstrução de barreiras e formação de conceitos errôneos em relação ao tema abordado como o próprio uso do tempo “peso”, além da viscosidade e da razão matemática entre massa e volume de um corpo.

Referências

Bachelard, Gaston (1996). *A formação do espírito científico* (1a. ed.). Tradução de Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto.

Bardin, Laurence (2011). *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70.

Bakhtin, Mikhail (1981). *Marxismo e Filosofia da Linguagem*. São Paulo: Ed Hucitec.

Borba, Marcelo C., & Araújo, Jussara L. (Org.). (2012). *Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática*. Belo Horizonte, MG: Autêntica.

Brasil. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. (2012). Guia nacional do livro didático – PNLD 2018 – Ciências. Brasília: Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br/index.php/pnld-guia-do-livro-didatico>>.

Carvalho, João B. P., Lima, Paulo F., Gitirana, Verônica, & Mandarino, Mônica. (2006). In: Ministério da Educação. Secretaria de Educação à distância. *O Livro Didático em Questão*. Salto para o futuro, 18-27.

- Cervo, Amado L., & Bervian, Pedro A. (2007). *Metodologia Científica*. São Paulo: McGraw-Hill.
- Coutinho, Clara P. (2013). *Metodologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas: Teoria e Prática* (2a. ed.). Coimbra: Almedina.
- Faria, Alexandre G. V. (2010). *Densidade x Forças Intermoleculares – Uma Proposta de Superação de um Obstáculo Epistemológico* (Dissertação de mestrado). UFMS, Campo Grande.
- Faria, Alexandre G. V., Passos, Márcia A. de C., & Bergamo, Joselia A. (2020). A flutuação de soluções líquidas em diferentes concentrações e o conceito de densidade no ensino de química. *Revista Inova Ciência & Tecnologia*, v. 6, n. 2, Uberaba, MG, 37-42.
- França, Jhon L., & Malheiro, João M. S. (2017). Ensinando Densidade por Problemas e Experimentos: será que afunda ou não afunda? *XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Florianópolis, SC.
- Gandra, Lucas P., Maximovitch, Marjorie C., & Faria, Alexandre G. V. (2015). Obstáculo Epistemológico na Aprendizagem do Conceito de Viscosidade. *Revista Debates em Ensino de Química*, n. 10.
- Garnica, Antonio V. M. (2012). História Oral e Educação Matemática. In: Borba, Marcelo C.; & Araújo, Jussara de L. (Org.) *Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática*. Belo Horizonte: Autêntica.
- Goldenberg, Mirian (2009). Pesquisa Qualitativa em Ciências Sociais. In: *A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em ciências sociais* (11a. ed.). Rio de Janeiro: Record, 16-24.
- Holzschuh, Renata E., Oliveira, Francieli D., & Robaert, Samuel (2017). Densidade: Uma Proposta de Atividade Prática Investigativa no Ensino de Ciências. *37º Encontro de Debates sobre o Ensino de Ciências*. Rio Grande, RS.
- Machado, Andréa H., & Mortimer, Eduardo F. (2012). Química para o Ensino Médio: Fundamentos, pressupostos e o fazer cotidiano. In: Zanon, Lenir B.; Maldaner, Otávio A. (Orgs.) *Fundamentos e propostas de Ensino de Química para a Educação Básica no Brasil*. UNIJUÍ, Ijuí, RS.
- Pais, Luiz C. (2013). *Ensinar e Aprender Matemática*. Belo Horizonte, MG: Autêntica, 152
- Pereira, Viviane D. (2016). *O Ensino do Conceito de Densidade em Ciências do Ensino Fundamental* (Dissertação de Mestrado Profissional) Universidade Federal do Pampa, Caçapava do Sul, RS.
- Picelli, Zoraya L. S. D. (2011). *Investigações sobre as interações discursivas na elaboração do conhecimento de densidade nas aulas de ciências* (Dissertação de Mestrado) Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR.
- Rossi, Adriana V., Massarotto, Alexandra M., Garcia, Fabiana B. T., Anselmo, Gisele R. T., De Marco, Inara L. G., & Zanini, Silvana M. C. (2008). Reflexões sobre o que se ensina e o que se aprende sobre densidade a partir da escolarização. *Química Nova na Escola*, n. 30, 55-60.
- Snir, Joseph, Smith, Carol, & Grosslight, Lorraine. (1993). Conceptually enhanced simulations: a Computer Tool for Science Teaching. *Journal of Science Education and Technology* v.2, n. 2.
- Souza, Paulo V., Silva, Marcos D., Amauro, Nicéa. Q., Mori, Rafael. C., & Moreira, Patrícia F. S. D. (2014). Densidade: Uma Proposta de Aula Investigativa. *Química Nova Escola*. São Paulo, SP.
- Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho (2015). Biblioteca Prof. Paulo de Carvalho Mattos. Faculdade de Ciências Agrônômicas. *Tipos de Revisão de literatura*. Botucatu, SP.
Disponível em: <<https://www.fca.unesp.br/Home/Biblioteca/tipos-de-evisao-de-literatura>>.

Vieira, Gláucia M. (2013). *Professores dos anos iniciais do ensino fundamental e livros didáticos de Matemática* (Tese de Doutorado). Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.

Zanatta, Rodrigo B. (2010). Uma nova visão no ensino de volume de paralelepípedos e no cálculo da densidade de materiais (Monografia de Especialização em Matemática, Mídias Digitais e Didática). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

Zotti, Katiele S., Oliveira, Eniz C., & Pino, José C. D. (2017). O Ensino de Densidade à Luz da Aprendizagem Significativa. *37º Encontro de Debates sobre o Ensino de Ciências*. Rio Grande, RS.