

Análise da aprendizagem de densidade da matéria em uma aula investigativa no Ensino Fundamental

Analysis of density learning of matters in an investigative classroom in Fundamental Teaching

Análisis del aprendizaje de la densidad de la materia en una clase de investigación en la Escuela Primaria

Recebido: 28/09/2020 | Revisado: 04/10/2020 | Aceito: 07/10/2020 | Publicado: 08/10/2020

Ana Paula Gutmann

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9647-1699>

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil

E-mail: ana.paula.gutmann@hotmail.com

Zenaide de Fátima Dante Correia Rocha

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1489-6245>

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil

E-mail: zenaiderocha@utfpr.edu.br

Sergio de Mello Arruda

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4149-2182>

Universidade Estadual de Londrina, Brasil

E-mail: sergioarruda@uel.br

Resumo

O conteúdo de Densidade da matéria é ministrado no 9º ano do Ensino Fundamental com o intuito de introduzir os jovens estudantes na disciplina de química, apresentando as principais propriedades presente em toda matéria, como massa e volume. Por referir-se a um conteúdo relativamente novo para os estudantes, a metodologia investigativa pode ser uma forma de engajá-los no processo de aprendizagem. O presente artigo teve como objetivo analisar o processo de construção de conhecimentos relativos ao conceito de densidade da matéria, além de refletir sobre a aprendizagem procedimental potencializada por uma aula baseada no ensino por investigação. Por ser uma abordagem centrada no estudante, a metodologia de ensino por investigação torna o processo educativo mais participativo e dialógico, propiciando aos estudantes a construção do conhecimento científico. De natureza qualitativa, esta proposta foi desenvolvida a partir de uma atividade aplicada em uma turma do Ensino

Fundamental II, na cidade de Londrina, PR. Propôs-se aos estudantes o desenvolvimento e a divulgação do conteúdo explorado mediante relatórios descritivos da atividade. Os resultados mostram que a atividade investigativa favoreceu o aprendizado dos conceitos de densidade da matéria, além de apresentarem indícios de aprendizagem procedimental durante o processo educativo, o que nos permite recomendar essa metodologia de ensino face ao desenvolvimento do protagonismo do aluno na construção de seu conhecimento.

Palavras-chave: Ensino por investigação; Ensino de ciências; Aprendizagem.

Abstract

The Density content of the subject is taught in the 9th grade of Elementary School to introduce young students to the chemistry discipline, presenting the main properties present in all subjects, such as mass and volume. By referring to relatively new content for students, the investigative methodology can be a way to engage them in the learning process. The present article had as objective to analyze the process of construction of knowledge related to the concept of density of matter, in addition to reflecting on procedural learning enhanced by a class based on research teaching. Because it's a student-centered approach, the methodology of research teaching makes the educational process more participatory and dialogic, providing students with the construction of scientific knowledge. Of qualitative nature, this proposal was developed from an activity applied in a class of elementary education II, in the city of Londrina, PR. It was proposed to the students the development and the dissemination of the content explored through descriptive reports of the activity. The results show that the investigative activity favored the learning of the concepts of the density of matter, in addition to presenting evidence of procedural learning during the educational process, which allows us to recommend this teaching methodology to the development of the protagonism of the student in the construction of his knowledge.

Keywords: Inquiry teaching; Science teaching; Learning.

Resumen

El contenido de Densidad del material se imparte en 9º de Primaria con el fin de introducir a los jóvenes alumnos en la asignatura de Química, presentando las principales propiedades presentes en todo el material, como la masa y el volumen. Al referirse a un contenido relativamente nuevo para los estudiantes, la metodología de investigación puede ser una forma de involucrarlos en el proceso de aprendizaje. Este artículo tenía como objetivo analizar el proceso de construcción del conocimiento relacionado con el concepto de densidad

de sujetos, además de reflexionar sobre el aprendizaje procedimental potenciado por una clase basada en la enseñanza por la investigación. Al ser un enfoque centrado en el estudiante, la enseñanza mediante la metodología de investigación hace que el proceso educativo sea más participativo y dialógico, proporcionando a los estudiantes la construcción del conocimiento científico. De carácter cualitativo, esta propuesta fue desarrollada a partir de una actividad aplicada en una clase de la Escuela Primaria II, en la ciudad de Londrina, PR. Se propuso a los estudiantes el desarrollo y la difusión del contenido explorado mediante informes descriptivos de la actividad. Los resultados muestran que la actividad investigadora favoreció el aprendizaje de los conceptos de densidad de materias, además de presentar evidencias de aprendizaje procedimental durante el proceso educativo, lo que nos permite recomendar esta metodología de enseñanza en vista del desarrollo del protagonismo del estudiante en la construcción de su conocimiento.

Palabras clave: Enseñar mediante la investigación; Enseñar la ciencia; Aprender.

1. Introdução

Ensinar ciências é ensinar aos estudantes uma forma diferente de pensar sobre a natureza que os cerca e de como explicá-la. Pode ser considerado uma iniciação desses estudantes em ideias e práticas realizadas nas comunidades científicas, isto é, oportunizar a eles formas científicas de pensar, fazer e agir, auxiliando-os no processo de construção de conhecimentos, de significados (Carvalho, 2004; Driver, Asoko, Leach, Mortimer & Scott 1999; Munford & Lima, 2007).

Sasseron e Carvalho (2008) ressaltam as atividades investigativas como uma das estratégias em que se pode valorizar as habilidades relativas à alfabetização científica, nas quais os educandos precisam elaborar hipóteses e soluções para problemas propostos, fazendo-os pensar e interagir com outros, contribuindo para uma formação crítica do estudante. Uma das competências descritas na Base Nacional Comum Curricular para a Educação Básica cita que,

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas (Brasil, 2017. p.9).

Para Azevedo (2004), é quando os estudantes participam de investigações científicas que eles conseguem aprender mais sobre ciências e desenvolver melhor seus conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais. A Base Nacional Comum Curricular (2017) destaca que as inter-relações entre as competências apresentadas em seu documento para o ensino básico, estabelece a construção do conhecimento, além de oportunizar o desenvolvimento de habilidades para a formação de valores e atitudes dos estudantes.

O ensino por investigação torna-se, portanto, uma estratégia de grande valor para o professor diversificar algumas de suas aulas, promovendo um ensino mais participativo, dialógico e que possa levar o aluno a construir o seu conhecimento.

Tomando por base esse referencial teórico da aprendizagem, em vista de nossa prática docente no ensino de ciências, surgiu uma questão de pesquisa que nos inquietou: como uma aula baseada no ensino por investigação pode contribuir com a construção de conhecimentos relativos ao conceito de densidade da matéria?

Desta forma, o presente artigo teve como objetivo analisar o processo de construção de conhecimentos relativos ao conceito de densidade da matéria, além de refletir sobre a aprendizagem procedimental potencializada por uma aula baseada no ensino por investigação, ocorrida com uma turma de estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental II.

2. O Ensino de Ciências por Investigação

O ensino por investigação é uma metodologia centrada no estudante que tem como objetivo possibilitar o desenvolvimento da autonomia e de tomada de decisões, de avaliar e de resolver problemas, de promover a construção do conhecimento de conceitos científicos e do conhecimento dos procedimentos do método investigativo. Segundo Pereira, Briccia e Sedano (2017) essa forma de ensino surgiu em meados do século XIX, nos países da Europa e dos Estados Unidos.

Pautada em autores que discutem o ensino de Ciências por investigação, (Azevedo, 2004; Carvalho, 2013; Sasseron, 2008; Rodrigues & Borges, 2008), verifica-se que essa metodologia favorece a problematização, cujo estudante é o protagonista para a construção do conhecimento, que acontece através de interações com outros e com o ambiente.

O documento “Investigação e os Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências: Um Guia para Ensino e Aprendizagem” (*National Research Council*, 2000) descreve que o ensino por investigação engloba não apenas a capacidade de se envolver em questionamentos, mas

também a compreensão da investigação e de como a investigação resulta em conhecimento científico.

Para Azevedo (2004), o ensino por investigação precisa fazer com que o estudante pense, discuta, justifique e por fim aplique esses conhecimentos adquiridos em novas situações, usando os conhecimentos que aprendeu.

Munford e Lima (2007) destacam, portanto, que o ensino de ciências por investigação seria uma estratégia entre outras que o professor poderia selecionar ao procurar diversificar sua prática de forma inovadora. Não sendo utilizada com todos os conteúdos de ciências, mas selecionando aqueles que seriam mais apropriados para esta metodologia.

As características do ensino por investigação descritas no documento “Investigação e os Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências: Um Guia para Ensino e Aprendizagem” (*National Research Council*, 2000) são definidas como:

- Identificar perguntas e conceitos que orientam investigações científicas, com a apresentação das hipóteses;
- Realização da investigação, usando evidências, aplicando a lógica e construindo argumentos;
- Formulação de explicações usando a lógica e a evidência;
- Reconhecimento e análise das explicações e modelos;
- Comunicação e defesa do argumento científico.

Para tanto, é necessário criar um ambiente adequado para o estudo investigativo, onde se possa mediar os estudantes na construção do conhecimento científico, para que eles, gradativamente, possam adquirir a linguagem científica, aula a aula, alfabetizando-se cientificamente (Sasseron & Carvalho, 2008).

Os estudantes devem investigar usando o que já sabem e o processo de investigação deve acrescentar os novos conhecimentos ao seu conhecimento prévio (*National Research Council*, 2000). Contudo, no ensino por investigação o professor desempenha um papel importante para esses estudantes, sendo o mediador desse processo de construção do conhecimento.

O papel do professor nessa metodologia investigativa deve ser o de fomentar debates com questões novas e discussões, orientando os estudantes no processo de dar novos significados aos conceitos compartilhados na sala de aula, auxiliando-os no desenvolvimento do seu pensamento autônomo. Barcellos e Coelho (2019) ressaltam que, assim, o estudante

pode ser inserido na cultura científica, quando se deparam com situações-problema nas quais o conhecimento científico é requerido e avaliado na busca pela solução daquelas.

Para que este conhecimento seja construído pelos estudantes, os autores descrevem a importância da problematização, que induz os estudantes a pesquisarem, interagirem entre si, com o professor e com o ambiente, fazendo com que formulem hipóteses para responder os problemas propostos. Carvalho (2013) destaca que o problema proposto pelo professor não pode ser qualquer problema, ele precisa ser muito bem pensado e planejado, pautando-se tanto nos conhecimentos prévios dos estudantes como na sua realidade social.

Carvalho (2013) explica, ainda, que:

“[...] É preciso, após a resolução do problema, uma atividade de sistematização do conhecimento construído pelos alunos. Essa sistematização é praticada de preferência por meio da leitura de um texto escrito quando os alunos podem novamente discutir, comparando o que fizeram e o que pensaram ao resolver o problema, com o relato do texto. Uma terceira atividade importante é a que promove a contextualização do conhecimento no dia a dia dos alunos, pois, nesse momento, eles podem sentir a importância da aplicação do conhecimento construído do ponto de vista social.[...]” (Carvalho, 2013. p.9).

Portanto, para que ocorra um ensino por investigação, Azevedo (2004) destaca que a participação do estudante não deve se limitar a apenas uma manipulação ou uma observação de um experimento, precisa conter algumas características de um trabalho científico, isto é, o estudante precisa refletir, discutir, explicar e relatar sobre o conhecimento produzido.

Um outro ponto destacado no documento do *National Research Council* (2000) se refere à noção de incentivar os estudantes a darem prioridade às evidências quando forem responder às questões. Pois, frequentemente, constroem-se os conhecimentos científicos, durante as aulas de ciências, embasados na explicação do professor, como detentor da verdade, por já “saber” o conteúdo, ou por aquela explicação ser plausível, isto é, fazer sentido para o estudante. Salienta-se aqui a necessidade de providenciar evidências experienciadas que defendam uma explicação científica, mesmo na escola. Que podem ocorrer através de coleta de dados a partir de observações e por medidas em diferentes condições (Munford & Lima, 2007).

O ensino por investigação se destaca por, não apenas promover a aprendizagem de conceitos e conteúdo, mas também promover a construção de aprendizagens procedimentais e atitudinais. Segundo Azevedo (2004),

“[...] A solução de problemas pode ser, portanto, um instrumento importante no desenvolvimento de habilidades e capacidades como: raciocínio, flexibilidade, astúcia, argumentação e ação. Além do conhecimento de fatos e conceitos, adquirido nesse processo, há a aprendizagem de outros conteúdos: atitudes, valores e normas que favorecem a aprendizagem de fatos e conceitos. Não podemos esquecer que se pretendemos a construção de um conhecimento, o processo é tão importante quanto o produto” (Azevedo, 2004. p.22).

Segundo Zabala (1998), entende-se por aprendizagem conceitual o conhecimento de um conjunto de fatos, acontecimentos, situações, dados e fenômenos concretos, já o procedimental é a tipologia dada a um conjunto de ações ordenadas dirigidas a um determinado objetivo, como regras, técnicas, métodos, estratégias, procedimentos e habilidades, e, por fim, o atitudinal faz referência aos valores, atitudes e normas a serem seguidas e configuradas como afetivas e comportamentais.

Nesse sentido, Zômpero e Laburú (2011) destacam que o ensino por investigação permite que ocorra a promoção de aprendizagens dos conteúdos conceituais e, também, acaba por promover a aprendizagem procedimental que envolve o conhecimento científico. Pois essa estratégia é diferente das metodologias expositivas e demonstrativas que ocorrem naturalmente nas aulas de ciências, fazendo com que o estudante fique mais atento e participativo durante as aulas. Assim, o ensino de ciências por investigação, promove um envolvimento dos estudantes no conteúdo estudado, oportunizando à eles resolver o problema colocado, utilizando como base o conhecimento científico.

Segundo Baptista (2010), uma aula planeada no ensino investigativo, faz com que os estudantes sigam suas próprias ideias, permitindo-lhes compreender que não existe uma fórmula única para fazer ciência. Além de permitir a interação entre a teoria e a prática, relacionando os conteúdos e os processos.

Portanto, o ensino por investigação traz um maior engajamento dos estudantes, fazendo com que eles aprendam mais, tornando-se, assim, uma metodologia efetiva para o ensino e a aprendizagem desses estudantes (Rodrigues & Borges, 2008).

3. Procedimentos Metodológicos da Pesquisa

De natureza qualitativa, esta pesquisa teve por norte o ensino por investigação, cuja proposta foi desenvolvida a partir de uma atividade que aborda o conteúdo sobre a densidade da matéria, aplicada em uma turma de trinta e sete alunos, de nono (9º) ano do Ensino Fundamental, em uma escola pública de Londrina, PR, no ano de 2019.

Para a análise dos dados foram utilizados os registros escritos dos estudantes como relatório final, categorizados a partir do levantamento das hipóteses, da descrição sucinta de seus conhecimentos prévios sobre o tema abordado na aula e da descrição do processo de investigação, tendo em vista a atividade interativa em busca de indícios do envolvimento dos estudantes, bem como da interpretação dos conceitos e da fórmula sobre a densidade, que caracteriza efeitos de aprendizagem.

A análise dos dados foi baseada na Análise Textual Discursiva descrita por Moraes (2003), que a organizou em quatro aspectos: unitarização, desmontagem dos textos; categorização, estabelecimento de relações; captação de um novo emergente; e auto-organização, ao qual emergem novas compreensões.

A partir desta abordagem procurou-se recortar, nos relatos descritos nos relatórios dos estudantes, informações que mostraram o desenvolvimento do ensino por investigação mediante as etapas de levantamento das hipóteses, descrição dos procedimentos da atividade e as interpretações dos conceitos relativos ao conteúdo abordado, que puderam demonstrar a construção do conhecimento do conceito de densidade e dos métodos do processo investigativo.

4. Descrição da Experiência Didática

O conteúdo de Densidade da matéria é apresentado aos estudantes do Ensino Fundamental II como uma introdução ao estudo da química e da física. Este conteúdo foi ministrado, inicialmente, por meio de averiguações dos conhecimentos prévios dos estudantes do 9º ano. A professora-pesquisadora levou para a sala de aula alguns materiais como: um pote de vidro, água, óleo, um pedaço de cortiça, um pedaço de parafina e uma pedra pequena. Para iniciar a aula, a professora perguntou aos alunos se eles conheciam todos aqueles materiais e, após essa conversa inicial, perguntou-se a eles o que aconteceria com cada material se eles fossem colocados todos juntos dentro do pote.

Os estudantes responderam, cada um com sua opinião e ideia, sobre o que aconteceria com cada material, sendo descrito no quadro negro todas as informações que eles relataram. Após essa etapa, a professora pediu a dois alunos que fossem até a frente e começassem a colocar todos os materiais dentro do pote de vidro. Um dos estudantes pegou o pote e colocou a água dentro e o outro começou a colocar os outros materiais, sempre com o pote levantado para que todos da sala observassem. Ao final o pote circulou pela sala para cada estudante observar com calma e verificar se suas ideias anteriores estavam corretas.

Dessa maneira, iniciou-se o contato desses estudantes com o conteúdo de Densidade da matéria ao qual eles puderam observar quais materiais eram mais densos e foram para o fundo do pote e quais eram menos densos e flutuaram. Além de perceber que há densidades intermediárias e que um dos materiais ficou entre a água e o óleo. A professora-pesquisadora explicou aos estudantes o porque das densidades diferentes e apresentou o conceito referente a esse conteúdo. Durante as discussões surgiu a dúvida entre os estudantes: e os materiais líquidos, professora? Como fica? A professora, então, sugeriu que na próxima aula seria desenvolvida uma aula investigativa com apenas materiais líquidos.

A atividade “Medindo a densidade dos líquidos” foi desenvolvida em uma aula de 50 minutos com o objetivo de perceber os conceitos de densidade, estudados em aulas anteriores, a fim de identificar maneiras para verificar as diferentes densidades dos materiais em estudo.

Em um primeiro momento foi apresentada pela professora-pesquisadora uma questão-problema a ser pensada e analisada pelos estudantes em grupos. Foi questionado se todos os materiais líquidos possuem a mesma densidade e como poderia ser comprovado esse problema. Os estudantes foram instigados a elaborarem hipóteses em grupos e registrá-las em seus cadernos. Os estudantes já haviam visto a mistura de água com óleo e já sabiam que eles não se misturavam homogeneamente, portanto, já conheciam um pouco sobre a diferença de densidade entre esses dois líquidos. Após as discussões, foram apresentados os materiais que o laboratório da escola possui para que os estudantes indicassem o que poderia ser usado para esta demonstração. Os materiais líquidos separados para a realização do experimento foram a água, o óleo e a água salgada, simulando o oceano. As vidrarias selecionadas foram os *Beckers* grandes e uma balança de alimentos.

Como a escola não possui materiais suficientes para que os estudantes desenvolvessem todo o experimento sozinhos, a professora foi desenvolvendo o experimento mediante as ideias que eles apresentavam.

Para iniciar, a professora perguntou aos alunos o que ela deveria fazer para responder à questão-problema enunciada anteriormente. Em conjunto, os estudantes definiram que seria colocado um dos *Beckers* em cima da balança e que deveria ser descontado o peso desse vidro vazio para iniciar o experimento. Em seguida, os estudantes pediram para a professora ir adicionando água natural até que a balança marcasse cento e vinte (120) gramas, pois um dos alunos havia escolhido essa medida, então a professora solicitou que os alunos anotassem essa medida. Da mesma maneira, eles pediram que a professora realizasse com os outros dois materiais, o óleo e a água salgada, o mesmo procedimento, mantendo a mesma medida de

massa de cento e vinte gramas (120g) para ambos materiais e descontando o valor do peso do vidro antes de colocar o líquido.

Ao terminar de colocar os líquidos nos *Beckers*, a professora pediu para que os estudantes desenhassem os *Beckers* para demonstrar a diferença entre eles, e também pediu para que observassem qual o valor numérico marcado em cada *Becker*, água, óleo e água salgada, e anotassem no caderno novamente.

Após anotarem as medidas de massa e de volume das substâncias líquidas em estudo, a professora solicitou que os estudantes calculassem, em grupos, os valores da densidade de cada uma dessas substâncias além de responderem algumas perguntas para auxiliar no entendimento do conteúdo abordado e para interpretar os dados e refletirem sobre o conceito estudado. As perguntas a serem respondidas foram: “Qual dos líquidos apresentou maior volume? E qual deles apresentou menor volume?”; “Qual dos líquidos apresentou menor densidade?”; “As suas hipóteses foram comprovadas? O que você acertou? E o que você errou?”; “Como você explicaria o fato de um líquido ser mais denso que outro utilizando a relação entre as medidas de volume e de massa?”. Essas perguntas foram utilizadas para que os estudantes confirmassem com o problema criado anteriormente se as suas hipóteses foram corroboradas ou não.

Como tarefa, depois de ser estudado o assunto em sala e, com auxílio do conteúdo disposto no livro didático adotado pela escola sobre a densidade da matéria, foi proposta a escrita de um relatório final, detalhado, com todas as informações anotadas no caderno durante a aula no laboratório como: problema, hipóteses, procedimentos, interpretação dos dados e construção da explicação final sobre o conteúdo estudado. A solicitação da leitura do livro didático contendo o conteúdo sobre a Densidade da matéria foi feita para que todos os estudantes pudessem comparar os conhecimentos adquiridos durante a experimentação com os conhecimentos produzidos anteriormente e aceitos na comunidade científica.

5. Resultados e Discussões

Na análise dos relatórios, considerou-se os estudantes de forma aleatória, em ordem crescente de numeral, utilizando a letra “A” como indicação de aluno, a fim de não identificar os sujeitos da pesquisa, conforme o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) e do termo de assentimento do estudante (TA), assinado devidamente, segundo a ética da pesquisa.

Para clarificar os resultados, foram utilizados indícios dos relatos dos estudantes, os quais foram denominados de unidades de análise, que ilustraram os elementos do ensino por investigação e dos conceitos de densidade, pois não seria possível descrever todos eles.

As categorias utilizadas para a análise dos resultados foram embasadas no levantamento das hipóteses, descrição dos procedimentos da atividade e as interpretações dos conceitos relativos ao conteúdo abordado, conforme o Quadro 1.

Quadro 1. Categorias selecionadas para a análise dos resultados.

Levantamento das hipóteses	Este levantamento está vinculado à revisão do que já se sabe sobre o conteúdo ou a experiência, e promove a elaboração de estratégias para resolver o problema proposto.
Descrição dos procedimentos	Etapa de envolvimento dos estudantes no desenvolvimento e observação do estudo em questão para responder o problema proposto; o estudante detalha todo o desenvolvimento do estudo.
Interpretação dos dados	Refere-se ao uso de evidências para desenvolver explicações, promovendo a ligação dessas com o conhecimento científico e a justificação das suas explicações.

Fonte: Os autores (2019).

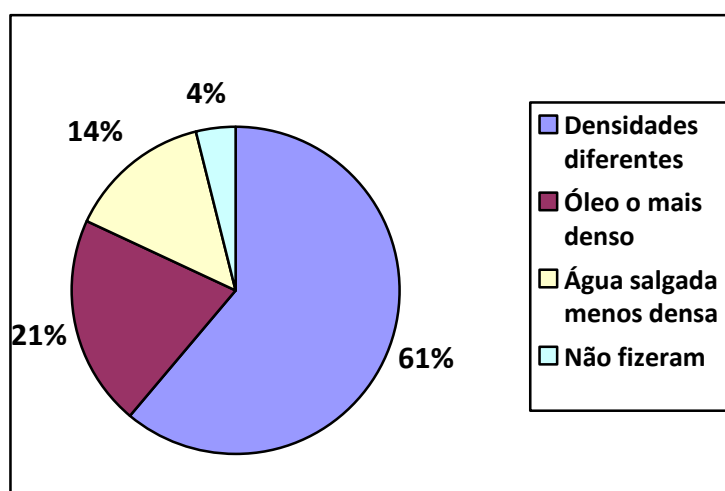
Para a metodologia de ensino por investigação, é importante que o aluno coloque, em um primeiro momento, suas hipóteses sobre o problema a ser investigado. Analisando o desenvolvimento da aula prática demonstrativa e a participação dos alunos durante a aula, pode-se notar uma dificuldade em desenvolver hipóteses e argumentos que solucionassem o problema proposto inicialmente. Alguns dos estudantes ficaram receosos de escrever o que realmente estavam pensando, antes da realização do experimento, e acabaram por não descrever as hipóteses no relatório, como pode-se observar no relato do estudante A-19 “[...] criamos algumas hipóteses sobre qual dos itens apresentaria maior volume e densidade ou menor.”, sem descrever o que havia sido discutido no seu grupo.

Durante o levantamento das hipóteses sobre o problema inicial, se os líquidos apresentam densidades diferentes, cerca de 61% dos estudantes relataram que as densidades seriam diferentes. Como no comentário de A-1: “As densidades são diferentes. Por quê? Porque o óleo, ao ser colocado junto da água, permanece na superfície, por ter menos densidade.” Essa descrição demonstra o levantamento da hipótese e sua justificativa através do conhecimento prévio do estudante. Conforme Azevedo (2004) o objetivo dessa

metodologia é levar o estudante a pensar, debater, justificar suas ideias e aplicar os seus conhecimentos em situações novas.

Ainda com relação à categoria do levantamento de hipóteses foi observado que cerca de 21% dos estudantes descreveram que óleo seria o líquido mais denso e 14% relatou que a água salgada seria a menos densa, como mostra o relato do estudante A-25 “[...] o óleo será mais denso que a água; a água normal mais densa que a salgada.”. Apenas 4% dos estudantes não relataram por escrito as hipóteses que tiveram antes do desenvolvimento do experimento. Esses dados podem ser melhor observados no Gráfico 1 sobre o levantamento de hipóteses dos estudantes.

Gráfico 1. Levantamento de hipóteses dos estudantes.



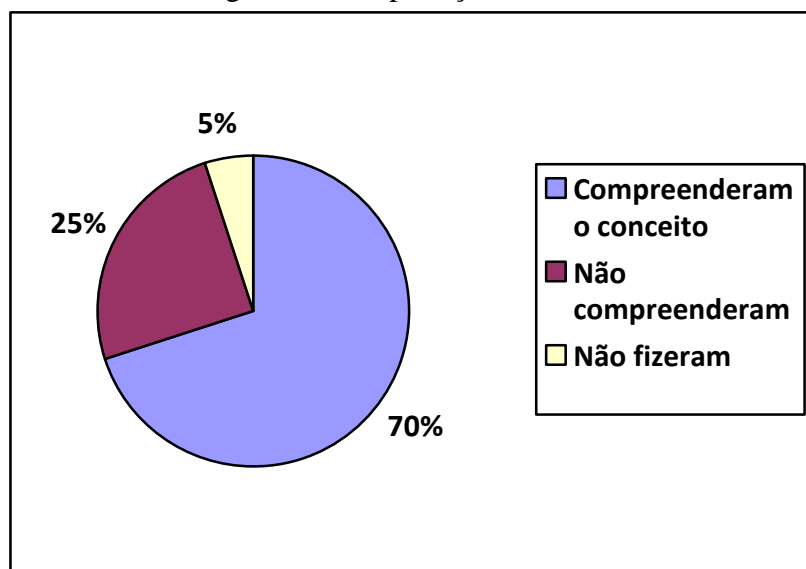
Fonte: Os autores (2019).

Na categoria de interpretação dos conceitos de densidade abordados no experimento, foi possível observar nos relatórios que cerca de 70% dos estudantes conseguiram compreender as medidas que se relacionam com as densidades dos materiais, relatando que a água salgada é o material mais denso entre as substâncias estudadas e que o óleo é o menos denso entre elas. Como mostra o relato do estudante A-4 “[...] pude concluir que os líquidos possuem, sim, densidades diferentes, e pude observar que quando o líquido possui mais volume do que massa, ele é menos denso, e se ele possuir mais massa do que volume, ele é um líquido mais denso”.

Apenas 25% dos estudantes não conseguiram compreender ou não souberam descrever adequadamente no relatório os conceitos abordados na atividade. O estudante A-9 escreveu em seu relatório “[...] descobrimos que o óleo tem mais densidade do que a água normal e a água salgada”. Mas foi possível verificar que em seu relatório não havia os cálculos de

densidade, o estudante havia apenas registrado os valores de volume de cada substância, considerando esses volumes como densidade. E, 5% dos estudantes não entregaram o relatório final, impossibilitando a averiguação de seus dados, como mostra o gráfico sobre as porcentagens da interpretação dos conceitos de densidade (Gráfico 2).

Gráfico 2. Porcentagens da interpretação dos conceitos de densidade.



Fonte: Os autores (2019).

Dos 70% de alunos que compreenderam o conceito abordado, a maioria dos estudantes descreveram, em seus relatórios, a fórmula correta para o cálculo da densidade e calcularam corretamente os valores das densidades dos diferentes materiais pesquisados. E, com relação aos 25% de estudantes que não conseguiram compreender ou relatar os conceitos, notou-se que muitos deles ficaram surpresos em perceber que, mesmo com massas iguais, a densidade de cada uma das substâncias foi diferente entre si. A-3 escreveu: “[...] mesmo os líquidos possuem a mesma massa, se o volume for diferente, eles não vão possuir a mesma densidade”. É interessante ressaltar neste ponto que, para a construção da interpretação dos dados é preciso uma sistematização do conhecimento construído pelos estudantes. De acordo com Carvalho (2013), essa sistematização é feita, normalmente, por meio de leitura de textos para que possam discutir, comparando com o texto a resolução da atividade e o que pensaram ao resolver o problema.

Nesse sentido, foi possível verificar nos relatos que a maioria dos estudantes conseguiram entender que o sal dissolvido na água altera a sua densidade, deixando-a mais densa, como mostra o estudante A-2 ao escrever: “[...] a água com sal foi a mais densa, ela não teve a mesma densidade que a água normal, por conta da salinidade presente na água”.

E que eles também perceberam que é possível fazer o mesmo experimento utilizando os volumes iguais das substâncias e, medindo a massa posteriormente para calcular a densidade, o estudante A-14 demonstra bem esse fato ao relatar que “[...] eu colocaria todos com o mesmo volume e depois pesaria na balança”. Os relatos demonstram que os estudantes compreenderam o conceito de densidade da matéria e como pode ser feito para calculá-lo.

A seguir, no quadro 2, expõe-se uma síntese a partir de alguns dos relatos dos estudantes, elencando-se as categorias utilizadas para a análise dos dados, como o levantamento de hipóteses, a descrição dos processos investigativos e a interpretação dos dados.

Quadro 2. Identificação das categorias pelas unidades de análise.

Estudante	Unidades de análise	Categorias
A-1	“As densidades são diferentes. Por quê? Porque o óleo, ao ser colocado junto da água, permanece na superfície, por ter menor densidade.”	Levantamento de hipóteses (demonstrou seus conhecimentos prévios sobre o assunto)
	“A professora pesou um Becker e pressionou o botão “tara”, para que seu peso fosse descontado. Em um dos Beckers, adicionou água pura da torneira, até que atingisse a massa de 120 gramas, o volume foi de 120mL. No outro, adicionou água com seis colheres de sobremesa de sal, até obter a mesma massa, o seu volume foi de 110mL. No último Becker, fez o mesmo com o óleo, e o seu volume foi de 160mL.	Descrição dos processos de investigação (descreveu, ainda que de forma sucinta, como ocorreu o experimento, demonstrando que estava atenta e participando do experimento)
	“Os líquidos podem apresentar densidades diferentes; a água salgada é mais densa que a água pura e mais densa que o óleo. Densidade da água = 1g/mL; densidade da água salgada = 1,1g/mL; e densidade do óleo = 0,75g/mL.”	Interpretação dos dados (conseguiu calcular e interpretar dos dados obtidos no experimento)
A-9	“Minha hipótese foi de as densidades serem iguais.”	Levantamento das hipóteses (fez corretamente, mas não escreveu o porquê através dos conhecimentos prévios)
	“Primeiro ela colocou 120g de cada líquido, água pura, água salgada e óleo, e depois olhamos os volumes	Descrição dos procedimentos (não soube descrever adequadamente o passo a passo da

Estudante	Unidades de análise	Categorias
	para calcular a densidade”.	experiência, mas o fez de modo resumido)
A - 9	“No final descobrimos que o óleo tem maior densidade do que a água normal e a água salgada: água normal = 120mL; água salgada = 110mL; e óleo = 160mL. Para saber a densidade deles, dividimos a massa pelo volume”.	Interpretação dos dados (nesse caso, o estudante mostra que sabe como calcular a densidade, mas não o fez, descrevendo o resultado através dos volumes e não do cálculo de densidade)
A-25	“As densidades seriam diferentes; o óleo será mais denso que a água; a água normal mais densa que a salgada.”	Levantamento das hipóteses (realizou de modo correto, mas também não escreveu os seus conhecimentos prévios)
	“A professora colocou 1 Becker na balança, tirou o peso dele, colocou 120g de água e pediu para anotarmos quantos mL deu. Colocou outro Becker, novamente tirou o peso dele, adicionou 120g de água e mais 6 colheres de sobremesa de sal, pediu para anotarmos quanto de volume havia dado. Repetiu o mesmo procedimento, mas agora com o óleo”.	Descrição dos procedimentos (Soube descrever corretamente, demonstrando sua atenção e participação durante a aula)
	“Nas hipóteses tínhamos colocado que o óleo era o mais denso e acabou sendo o menos denso, erramos também achando que a água normal seria mais densa, porém ela teve menos volume. Os volumes foram: água normal = 120mL; água salgada = 110mL, e óleo = 160mL. As densidades foram de: água normal = 1g/mL; água salgada = 1,1g/mL; e óleo = 0,75g/mL”.	Interpretação dos dados (soube comparar com suas hipóteses e perceber seu erro, demonstrou que através do experimento e de seus estudos sobre o tema, conseguiu aprender adequadamente o conceito abordado)

Fonte: Os autores (2019).

Com base nas categorias utilizadas para a análise pôde-se notar que os estudantes passaram por quatro características do ensino por investigação descritas no documento *Investigação e os Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências: Um Guia para Ensino e Aprendizagem* (National Research Council, 2000). Foram elas: a apresentação das hipóteses; a realização da investigação, aplicando a lógica e construindo argumentos; a formulação de explicações usando a lógica e a evidência; e a comunicação e defesa do argumento científico, por meio dos relatórios.

6. Considerações Finais

O presente estudo identificou que, na proposta de uma aula baseada no ensino de ciências por investigação, a partir das ideias de Azevedo (2004), houve o processo de pensar, refletir, discutir e relatar os conhecimentos adquiridos, desenvolvendo a aprendizagem conceitual e processual dos estudantes.

Os resultados demonstram que a atividade por investigação favoreceu o aprendizado dos conceitos de densidade da matéria e dos procedimentos de uma aula investigativa. Vale ressaltar que a atividade, para muitos estudantes, foi relevante e diferente das aulas que para eles são monótonas e desestimulantes, evidenciando que a criação de um ambiente participativo, valoriza o trabalho em equipe, a troca de experiências e de opiniões. Nota-se que o estudante só investe no seu aprendizado quando ele tem interesse, isto é, gosta daquilo que está estudando.

Na perspectiva do ensino por investigação, as características descritas pelo documento da *National Research Council* (2000) e que foram selecionadas para o presente estudo, foram representadas nos relatórios dos estudantes. E que este relatório foi uma forma de divulgação dos resultados, pois, segundo Zômpero e Laburu (2011), nas atividades investigativas é necessária a comunicação das novas informações obtidas pelos alunos. Essa divulgação dos resultados poderá ser realizada por meio da oralidade ou da escrita.

Desta forma, as categorias selecionadas demonstraram que o ensino de ciências por investigação cumpriu com o seu papel de acrescentar o conhecimento novo ao conhecimento prévio dos estudantes e de colaborar com a aprendizagem procedimental e conceitual. Pois essa metodologia oportunizou que os estudantes estivessem no centro da atividade, indo além da simples observação, articulando ações que os levaram a pensar, argumentar e organizar as suas ideias sobre o tema densidade da matéria.

Referências

Azevedo, M. C. P. S. (2004). *Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula*. In: Carvalho, A.M.P. (org.). *Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática* (pp. 19-33). São Paulo: Pioneira Thomson Learning.

Baptista, M. L. M. (2010). *Concepção e implementação de actividades de investigação: um estudo com professores de física e química do ensino básico*. Tese de doutoramento,

Educação (Didática das Ciências). Universidade de Lisboa, Instituto de Educação.

Recuperado de. Repositório da Universidade de Lisboa: <http://hdl.handle.net/10451/1854>.

Barcellos, L. S., & Coelho, G. R. (2019). *Uma análise das interações discursivas em uma aula investigativa de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental sobre medidas protetivas contra a exposição ao sol*. *Investigações em Ensino de Ciências*, 24(1). Recuperado de: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/1235/pdf>.

Brasil. (2017). *Base Nacional Comum Curricular (BNCC)*. Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME. Recuperado de: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf

Carvalho, A. M. P (2004). *Critérios estruturantes para o Ensino de Ciências*. In: Carvalho, A. M. P. (org.). *Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática*, 01-18. São Paulo: Pioneira Thomson Learning.

Carvalho, A. M. P (2013). *O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas*. In: Carvalho, A. M. P. (org.). *Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula* (pp. 01-20). São Paulo: Cengage Learning.

Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., & Scott, P (1999). *Construindo conhecimento científico na sala de aula*. *Revista Química Nova na Escola*, 1(9). 31-40. Recuperado de: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc09/aluno.pdf>.

Moraes, R (2003). *Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva*. *Revista Ciência & Educação* (online), 9(2), 191-211. ISSN 1516-7313. Recuperado de: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-73132003000200004&script=sci_abstract&tlng=pt.

Munford, D., & Lima, M. E. C. C. (2007). *Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo?* *Revista Ensaio*, 1. Recuperado de: <http://www.scielo.br/pdf/epec/v9n1/1983-2117-epec-9-01-00089.pdf>.

NRC - National Research Council (2000). *Inquiry and the national science education standards: a guide for teaching and learning*. Washington, DC: National Academy Press.

Pereira, L. L., Briccia, V., & Sedano, L. (2017). *Pesquisas sobre Ensino por Investigação em Contextos de Formação Continuada*. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. Recuperado de: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R1353-1.pdf>.

Rodrigues, B. A., & Borges, T. A. (2008). *O ensino de ciências por investigação: reconstrução histórica*. XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – Curitiba. Recuperado de: http://www.contagem.mg.gov.br/arquivos/comunicacao/femcitech_ensinodeciencia06.pdf.

Sasseron, L. H., & Carvalho, A. M. P. (2008). *Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo*. *Investigações em Ensino e Ciências*, Porto Alegre, 13(3), 333-352. Recuperado de: http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID199/v13_n3_a2008.pdf.

Zabala, A. (1998) *A prática educativa: como ensinar*. Porto Alegre: Artmed, 1998. Recuperado de: https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=ypr9CAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT157&ots=xwypYHMqYC&sig=mR_02D_NTOhbvdIERO4PfaXMAOc&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false.

Zômpero, A. F., & Laburú, C. E. (2011). *Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens*. *Rev. Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, 13(3), 67–80. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/html/1295/129521755005/>.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Ana Paula Gutmann – 34%

Zenaide de Fátima Dante Correia Rocha – 33%

Sergio de Mello Arruda – 33%