



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**

Faculdade de Educação - FaE

Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais – CECIMIG

Especialização em Educação e Ciências

Valéria Alves da Silveira

**O ENSINO E A APRENDIZAGEM A PARTIR DE CONTEXTOS REAIS E DIGITAIS  
NO ENSINO FUNDAMENTAL: anos finais**

Belo Horizonte

2019

Valéria Alves da Silveira

**O ENSINO E A APRENDIZAGEM A PARTIR DE CONTEXTOS REAIS E DIGITAIS  
NO ENSINO FUNDAMENTAL: anos finais**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização em Educação em Ciências, do Centro de Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de especialista.

Área de concentração: Ensino de Ciências

Orientador: Márcio Antônio da Silva

Coordenador: Nilma Soares da Silva

Belo Horizonte

2019

S587e TCC	<p>Silveira, Valéria Alves da, 1981- O ensino e a aprendizagem a partir de contextos reais e digitais no ensino fundamental [manuscrito] : anos finais / Valéria Alves da Silveira. - Belo Horizonte, 2019. 43 f. : enc, il.</p> <p>Monografia -- (Especialização) - Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação. Orientador: Márcio Antônio da Silva. Coorientadora: Nilma Soares da Silva. Bibliografia: f. 35-36. Anexos: f. 37. Apêndices: f. 38-43.</p> <p>1. Educação. 2. Ciências (Ensino fundamental) -- Estudo e ensino. 3. Ciências (Ensino fundamental) -- Métodos experimentais. 4. Química -- Estudo e ensino (Ensino fundamental). 5. Densidade. I. Título. II. Silva, Márcio Antônio da, 1975-. III. Silva, Nilma Soares da, 1969. IV. Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.</p> <p style="text-align: right;">CDD- 372.35</p>
--------------	--

Catálogo da Fonte : Biblioteca da FaE/UFMG (Setor de referência)  
Bibliotecário: Ivanir Fernandes Leandro CRB: MG-002576/O

**Dados de Identificação:**

ALUNO: VALÉRIA ALVES DA SILVEIRA

TÍTULO DO TRABALHO: O ensino e a aprendizagem  
a partir de contextos reais e digitais no ensino funda-

**Banca Examinadora:**

Professor Orientador: Marcio Antonio Da Silva

Professor Examinador: Glenda Rodrigues Da Silva

mental - anos finais

**Parecer:**

Aos 30 dias do mês de novembro de 2019, reuniram-se na sala 504 do CECIMIG, o professor orientador e o examinador, acima descritos, para avaliação do trabalho final do(a) aluno(a) Valéria Alves da Silveira. Após a apresentação, o(a) aluno(a) foi arguido e a banca fez considerações conforme formulário anexo:

Assim sendo, a banca considera o trabalho  aprovado  
 aprovado mediante modificações com entrega até 03/02/2020  
 reprovado. Agendamento de nova defesa até 27/02/2020

Belo Horizonte, 30 de novembro de 2019

Assinatura da banca:

Marcio

NOTA: 70

Obs: no caso da banca indicar reformulações, o orientador deverá encaminhar ao colegiado, ao final do prazo estipulado, carta informando se as modificações foram feitas conforme recomendado pela banca examinadora. O colegiado, então, submeterá o parecer a aprovação.

## **AGRADECIMENTOS**

Minha gratidão aos alunos, colegas de trabalho e equipe de gestão que permitiram, acreditaram e apoiaram a realização desse projeto. Agradeço a Deus, meu guia e protetor; a meu companheiro de vida, Morato; a meu filho Lucas, por iluminar nossas vidas; a meus pais, Dinho e Nona, pelo incentivo; a meus sogros, Márcia e Wilson por cuidarem de Lucas e de mim.

Meu agradecimento especial aos professores, tutores e equipe do CECIMIG, que em todos os momentos estiveram presentes e com palavras de incentivo. Muito orgulho em ter convivido com os professores, Arjuna, Marina, Célio, Nilma, Victor e Gomerinha.

Aos meus colegas do CECI – turma A, pela parceria, descontração e suporte. Por fim, ao povo brasileiro que financia cursos como esse e mantém acesa a esperança de que a educação é capaz de promover a mudança nos indivíduos.

## RESUMO

Essa pesquisa tem como objetivo a análise do processo de aprendizagem de estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental anos finais sobre o tema densidade, por meio do desenvolvimento de uma sequência de ensino investigativa. Esse trabalho pode contribuir com a prática pedagógica de docentes da área de Ciências que percebem a dificuldade dos discentes em compreender a densidade para além de sua fórmula matemática. Na metodologia de coleta de dados, utilizamos um relatório de campo e desenvolvemos diferentes atividades de caráter investigativo, por meio dos seguintes recursos didáticos: experimentos, simulação, pesquisa e construção de um densímetro. Na simulação foi utilizado um *software* disponível na internet no site *Phet Interactive Simulations*, o qual apresenta uma série de simulações envolvendo experimentos científicos. Os experimentos foram realizados no laboratório de Ciências e apresentaram um roteiro semiestruturado, ou seja, a problematização é feita pelo professor. Já a pesquisa baseou-se na busca de informações relacionadas à construção de um densímetro artesanal, o qual foi utilizado para se avaliar a densidade do etanol combustível. Percebemos que, ao final da pesquisa, os alunos conseguiram compreender a aplicabilidade da densidade em diferentes contextos, por exemplo, controle de qualidade do etanol combustível e instalação de ar condicionado. Além disso, podemos afirmar que a adoção de uma abordagem do ensino de ciências com caráter investigativo aproxima os alunos do objeto de estudo e favorece o processo de ensino-aprendizagem e construção de conceitos relacionados às Ciências da Natureza.

**Palavras-chave:** Densidade, Ensino por investigação, Sequência didática.

## ABSTRACT

This research aims to analyze the learning process of students of the 9th grade of elementary school in the final years on the theme density, through the development of an investigative teaching sequence. This work can contribute to the pedagogical practice of science teachers who perceive the students' difficulty in understanding density beyond its mathematical formula. In the data collection methodology, we used a field report and developed different investigative activities through the following didactic resources: experiments, simulation, research and construction of a densimeter. In the simulation was used a software available on the internet site Phet Interactive Simulations, which presents a series of simulations involving scientific experiments. The experiments were performed in the science laboratory and presented a semi-structured script, that is, the problematization is made by the teacher. The research was based on the search for information related to the construction of a handcrafted densimeter, which was used to evaluate the density of fuel ethanol. We realized that by the end of the research, students were able to understand the applicability of density in different contexts, for example, quality control of fuel ethanol and air conditioning installation. In addition, we can state that the adoption of an investigative approach to science teaching brings students closer to the object of study and favors the teaching-learning process and the construction of concepts related to the natural sciences.

**Keywords:** Density, Research teaching, Didactic sequence.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>2 REFERENCIAIS TEÓRICOS .....</b>	<b>11</b>
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>15</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>21</b>
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>34</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>35</b>
<b>ANEXO A - Diário de campo .....</b>	<b>37</b>
<b>APÊNDICE A – Atividade de simulação.....</b>	<b>38</b>
<b>APÊNDICE B – Atividade experimental - densidade de objetos metálicos .....</b>	<b>41</b>
<b>APÊNDICE C – Atividade experimental - uso do densímetro para análise da densidade do etanol combustível.....</b>	<b>42</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As disciplinas da área de Ciências da Natureza, principalmente Química e Física, são consideradas, por grande parte dos alunos, como de difícil compreensão. Considerando o contexto da instituição de ensino na qual a pesquisa foi desenvolvida e durante as discussões realizadas nas reuniões pedagógicas e da área de Ciências da Natureza, observamos tal situação ao se trabalhar alguns conteúdos contemplados nas aulas de Química e Física. Diante disso, a equipe de gestão, junto à área de Ciências da Natureza, incluiu o ensino de Química, Física e Biologia de maneira sistemática a partir do 9º ano do Ensino Fundamental anos finais em meados do ano de 2012. O objetivo é preparar o aluno para a transição de segmento (Ensino Fundamental para o Ensino Médio), favorecendo o seu processo de aprendizagem ao longo do Ensino Médio. Destacamos, pontualmente para o 9º ano, a dificuldade de compreensão do tema densidade, o qual é abordado em diversas disciplinas, não somente na área de Ciências da Natureza. O resultado nas avaliações de Química e as observações feitas em sala de aula demonstram que para o estudante esse tema não passa de um mero cálculo matemático e uma grandeza relacionada à propriedade da matéria. No entanto, espera-se que o discente saiba extrapolar suas ideias e relacioná-las ao seu contexto social e situações do cotidiano.

Segundo Rossi e colaboradores,

O estudante consegue fazer cálculos envolvendo a expressão da densidade, mas não consegue resolver questões que envolvem seu conceito. Sem compreender o aspecto conceitual, o estudante limita-se a aplicar a formulação matemática de densidade em contextos estereotipados em sala de aula, sem conseguir aplicá-lo para entender diferentes fenômenos de seu cotidiano. (ROSSI, et.al.2008, p.56)

Diante desse contexto, desenvolvemos um Projeto de Intervenção, em uma rede particular de ensino, localizada na zona leste de Belo Horizonte, para uma turma de 9º ano composta por 42 alunos. Nesse projeto, foi realizada uma sequência didática organizada em 6 horas/aula, nas quais se trabalhou com diferentes atividades com caráter investigativo sobre o tema Densidade.

A escolha de uma abordagem investigativa para se construir o conceito de densidade, junto aos alunos, baseia-se no fato de essa proposta partir de um

problema que faça parte do contexto escolar, assim, aproximando-se os discentes do objeto de estudo. Dessa maneira, espera-se que a participação e envolvimento dos estudantes, por meio da mediação do professor, contribuam para o processo de aprendizagem.

Conforme estabelecido por Carvalho,

Uma sequência de ensino investigativa deve ter algumas atividades-chave: na maioria das vezes, a SEI (sequência didática investigativa) inicia-se por um problema, experimental ou teórico, contextualizado, que introduz os alunos no tópico desejado e ofereça condições para que pensem e trabalhem com as variáveis relevantes do fenômeno científico central do conteúdo programático. (CARVALHO, 2013, p.9)

Dessa maneira, espera-se que, com as atividades propostas, o discente possa reconhecer a aplicação do conhecimento científico e valorizá-lo, despertando o seu interesse pelas Ciências e, conseqüentemente, por seus objetos de estudo.

A escolha do tema densidade baseia-se em sua importância e abordagem em diversas disciplinas, como por exemplo, Geografia, Matemática, Física, Biologia, etc. Além disso, esse assunto permite ao professor desenvolver uma série de atividades que contribuirão não só para o processo de aprendizagem do aluno, mas para o desenvolvimento de uma nova percepção das Ciências, conforme previsto na Base Nacional Comum Curricular. Segundo a proposta presente neste documento para o Ensino Fundamental anos finais,

[...] ao longo do Ensino Fundamental, a área de Ciências da Natureza tem um compromisso com o desenvolvimento do letramento científico, que envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das Ciências.

Em outras palavras, apreender ciência não é a finalidade última do letramento, mas, sim, o desenvolvimento da capacidade de atuação no e sobre o mundo, importante ao exercício pleno da cidadania.

Nessa perspectiva, a área de Ciências da Natureza, por meio de um olhar articulado de diversos campos do saber, precisa assegurar aos alunos do Ensino Fundamental o acesso à diversidade de conhecimentos científicos produzidos ao longo da história, bem como a aproximação gradativa aos principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica. (BRASIL, 2018)

Ainda ressaltamos que a instituição de ensino em que a intervenção foi desenvolvida apresenta um resultado pouco satisfatório quanto ao aprendizado dos estudantes sobre densidade. Tal realidade é comum a outras escolas, portanto o

projeto de intervenção poderá contribuir para a prática pedagógica de outros docentes.

O objetivo principal desse trabalho é utilizar diferentes recursos pedagógicos para a construção coletiva de conhecimento científico a partir de uma situação-problema contextualizada. Pretendemos, ainda, analisar de que maneira o uso de diferentes recursos didáticos pode contribuir para a compreensão do tema densidade e promover uma reflexão sobre a qualidade de uma sequência didática com abordagem investigativa no processo de aprendizagem dos alunos.

Este trabalho apresenta referenciais teóricos que o fundamentam relacionados à pesquisa qualitativa, ensino de Ciências por investigação e processos de avaliação. Sobre a pesquisa qualitativa, utilizamos a teoria apontada por Flick (2009), o qual considera a relação de comunicação estabelecida entre o pesquisador e o campo de pesquisa, bem como a subjetividade presente no método. Quanto ao ensino de Ciências por investigação, partimos dos estudos propostos por Sasseron (2015), Lima e Munford (2007) e Carvalho (2013), os quais apresentam semelhanças quanto à definição e características mais marcantes nesse tipo de abordagem de ensino. Para fundamentarmos o tipo de avaliação desenvolvida no decorrer da SEI, baseamo-nos nos pressupostos apontados por Hoffmann (2011) e Luckesi (2011), que consideram a avaliação como um processo interativo, dialógico e contínuo observado no decorrer da SEI.

Na metodologia, desenvolvemos uma série de atividades com caráter investigativo, por meio de diferentes recursos didáticos: aula experimental, simulação, pesquisa e construção de um artefato. Os dados da pesquisa foram coletados a partir de um relatório de campo, o qual foi a fonte de análise sobre o processo de aprendizagem dos estudantes. No decorrer do texto, utilizamos nomes fictícios para descrevermos os diálogos envolvendo os alunos.

## 2 REFERENCIAIS TEÓRICOS

Este trabalho apresenta-se sob a perspectiva de uma pesquisa qualitativa, por meio da qual se pretende analisar o processo de aprendizagem dos estudantes sobre o tema densidade. Nesse sentido, o papel do professor é também o de pesquisador. Diante disso, tomamos como norteadora a definição desse tipo de pesquisa conforme Flick, que afirma que

[...] os métodos qualitativos consideram a comunicação do pesquisador em campo como parte explícita da produção de conhecimento, em vez de simplesmente encará-la como uma variável a interferir no processo. A subjetividade do pesquisador, bem como daqueles que estão sendo estudados, tornam-se parte do processo de pesquisa. As reflexões dos pesquisadores sobre suas próprias atitudes e observações em campo, suas impressões, irritações, sentimentos etc., tornam-se dados em si mesmos, constituindo parte da interpretação e são, portanto, documentadas em diários de pesquisa ou em protocolos de contexto. (FLICK, 2009, p.25)

Uma das características mais evidentes neste trabalho, e que faz parte de uma pesquisa qualitativa, refere-se à reflexão constante do pesquisador sobre sua pesquisa como produção do conhecimento (FLICK, 2009. p. 23).

A análise da apropriação do objeto de estudo por parte dos estudantes, a partir da mediação do professor e do desenvolvimento das atividades por ele propostas, coloca o docente no papel do pesquisador e esse faz parte do contexto da pesquisa.

O projeto de pesquisa consiste em uma análise de sequência didática a qual é definida por Júnior como

[...] um conjunto organizado e coerente de atividades abrangendo um certo número de aulas, com conteúdos relacionados entre si. [...] para o planejamento do ensino não será, portanto, a atividade de ensino considerada isoladamente, mas sim como cada atividade participa de um processo de construção de sentidos numa dada sequência de ensino. (JÚNIOR, 2005. p.18).

Dessa maneira, a análise do processo de aprendizagem dos alunos sobre o tema densidade foi feita por meio do conjunto de aulas nas quais o professor promoveu uma série de atividades relacionadas a esse assunto.

Para fundamentarmos a sequência de ensino por meio da investigação científica, recorreremos a diversos autores que propõem uma definição para o ensino

de Ciências por investigação. Tratam-se de pesquisas voltadas ao ensino dessa área de conhecimento as quais descrevem uma série de características presentes na abordagem investigativa, entre elas, o papel do professor e do aluno no processo de ensino-aprendizagem.

A sequência didática proposta apresenta características do Ensino de Ciências por Investigação que, de acordo com Sasseron,

[...] caracteriza-se por ser uma forma de trabalho que o professor utiliza na intenção de fazer com que a turma se engaje com as discussões e, ao mesmo tempo em que travam contato com fenômenos naturais, pela busca de resolução de um problema, exercitam práticas e raciocínios de comparação, análise e avaliação bastante utilizadas na prática científica. (SASSERON, 2015).

Por outro lado, Lima e Munford (2007) destacam que, em uma proposta de sequência didática com abordagem investigativa (SEI), deve-se fazer uma aproximação entre a ciência escolar e a ciência praticada pelos cientistas. Entendemos que essa aproximação acontecerá por meio das etapas observadas em uma pesquisa científica, ou seja, os aprendizes devem adotar procedimentos similares àqueles que os cientistas adotam. Para além disso, os alunos devem conscientizar-se de que esse conhecimento é mutável (DUSCHL apud LIMA et.al. 2007, p. 97).

No decorrer de uma SEI ou de outra proposta didática para as aulas de Ciências, devemos mostrar aos alunos a aproximação metodológica entre aquilo que é feito no decorrer da aula e o trabalho de um cientista. O distanciamento entre essas duas realidades baseia-se fortemente no tipo de recurso tecnológico que cada um desses espaços possui – laboratório de uma Universidade comparado ao laboratório de uma escola da educação básica. No entanto, adotar metodologias de ensino que se aproximem da pesquisa científica colabora com o processo de aprendizagem dos estudantes à medida que lhes é permitida a vivência de como o conhecimento científico é ou foi construído.

Cabe a nós, professores de Ciências, ressaltar aos discentes que os assuntos/conceitos/teorias estudados por eles podem ser refutados, reelaborados e aperfeiçoados com o tempo. Isso é possível, pois o trabalho dos cientistas não é estacionário, mas sim dinâmico e alterado de acordo o contexto no qual está inserido. Nesse sentido, novas teorias e práticas científicas podem e devem ser

revistas. Um exemplo disso diz respeito ao fato de, em menos de duas décadas, mudarmos a forma como nos comunicamos e o tempo usado para tal, por meio dos avanços tecnológicos advindos de pesquisas científicas de ponta.

Sobre uma sequência de ensino investigativa, Carvalho considera que é uma

[...] sequência de atividades (aulas) abrangendo um tópico do programa escolar em que cada atividade é planejada, do ponto de vista do material e das interações didáticas, visando proporcionar aos alunos: condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciar os novos, terem ideias próprias e poder discuti-las com os seus colegas e com o professor passando do conhecimento espontâneo ao científico e adquirindo condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores. (CARVALHO, 2013, p.9)

Nesse sentido, percebemos que em aulas de Ciências baseadas em uma abordagem investigativa, o docente deve propiciar aos estudantes a exposição de suas concepções prévias e a discussão com seus pares. Dessa maneira, as interações estabelecidas no contexto da sala de aula contribuem para que o discente possa ultrapassar o conhecimento espontâneo (senso comum) visando ao conhecimento científico.

A obra *Pedagogia da autonomia* (Freire, 2018) apresenta ao professor a importância de possibilitar ao estudante a transposição da curiosidade ingênua à curiosidade epistemológica, conforme se destaca no fragmento a seguir:

Na verdade, a curiosidade ingênua que “desarmada” está associada ao saber do senso comum é a mesma curiosidade que, criticizando-se, aproximando-se de forma cada vez mais metodicamente rigorosa do objeto cognoscível, se torna curiosidade epistemológica. Muda de qualidade mas não de essência. [...] a promoção da ingenuidade para a criticidade não se dá automaticamente, uma das tarefas precípuas da prática educativo-progressista é exatamente o desenvolvimento da curiosidade crítica, insatisfeita, indócil. (FREIRE, 2018, p. 33)

Isso nos mostra que promover uma SEI partindo dos conhecimentos prévios dos estudantes, valorizando aquilo que eles acreditam ser a verdade para explicar um determinado fenômeno, contribui para o seu processo de aprendizagem, passando então da curiosidade ingênua para a epistemológica. Sendo assim, uma característica importante em atividades investigativas diz respeito à argumentação a qual promove no discente a criticidade.

Conforme aponta Hoffmann (2011, p.76),

Podemos pensar na avaliação mediadora como um processo de permanente troca de mensagens e de significados, um processo interativo, dialógico, espaço de encontro e de confronto de ideias entre educador e educando em busca de patamares qualitativamente superiores do saber. (HOFFMANN, 2011. p.76)

Segundo Luckesi, a definição de avaliação por acompanhamento é aquela também chamada de avaliação operacional, visto que

[...] investiga a qualidade dos resultados em andamento sucessivamente, primeiro sob o foco formativo – processo – e segundo sob o foco final de uma ação – produto. Em primeiro lugar, ela subsidia a construção satisfatória dos resultados da ação em andamento e, na sequência, ao seu término, certifica a qualidade do resultado final, que, em si, deverá ser positivo, pois para chegar a essa qualidade que a avaliação foi utilizada no processo. (LUCKESI, 2011, p. 172)

Este trabalho apresenta uma SEI a qual aconteceu em um intervalo de 6 horas/aula. Durante todo esse período, avaliamos não só o processo de aprendizagem do estudante, mas, diante da análise inicial, analisamos de que maneira a próxima atividade deveria ser promovida, pensando-se na apropriação e construção dos conceitos por parte dos estudantes.

### 3 METODOLOGIA

O trabalho de pesquisa estruturou-se por meio da análise de dados coletados no decorrer de uma sequência de ensino investigativa (SEI). Essa SEI foi desenvolvida com um total de 42 discentes de uma turma de 9º ano do Ensino Fundamental anos finais em uma instituição da rede particular de Belo Horizonte. Os dados foram coletados usando-se um relatório de campo, preenchido por um grupo de colegas de trabalho, dentre eles professores e estagiários. Esses profissionais acompanharam todo o projeto de intervenção desenvolvido. No decorrer das aulas, fizemos fotografias dos registros do quadro, analisamos a produção escrita elaborada pelos grupos de alunos e o artefato por eles confeccionado.

A partir da definição do tipo de pesquisa a ser feita e por meio de referenciais teóricos que fundamentem uma SEI, pensamos em como avaliar o processo de aprendizagem dos estudantes. Dessa forma, consideramos que essa avaliação seria feita por meio da análise dos argumentos e socialização das ideias propostas pelos alunos. Além disso, analisamos as produções escritas, a confecção e manuseio de artefatos produzidos pelos discentes, e a extrapolação das ideias e propostas de solução de problemas por eles elaboradas.

A turma foi dividida em 6 grupos com 7 alunos cada e essa formatação foi usada no decorrer de todas as tarefas e atividades propostas, as quais são descritas, sucintamente, a seguir:

1. Uso de um *software* disponível na internet no site *Phet Interactive Simulations*, o qual apresenta uma série de simulações envolvendo experimentos científicos. Para isso, elaboramos um roteiro, contendo as principais instruções a serem seguidas pelos discentes.

1.1. Nessa etapa, os estudantes receberam um roteiro elaborado à luz de uma atividade de simulação baseada na abordagem investigativa. Em grupo, utilizaram a simulação sob a orientação e mediação da professora. O nível de complexidade dessa atividade aumentou gradativamente e, ao seu final, os discentes responderam à problematização inicial – *Identificar o conteúdo de 5 caixas que deveriam ser transportadas em um caminhão de uma empresa*. Esta problematização foi colocada à turma ao início da aula, a qual foi destacada ao início do roteiro da simulação.

**2.** Aula experimental para se encontrar a densidade de diferentes materiais metálicos.

2.1. Nessa aula, fizemos um *feedback* das ideias construídas na aula anterior, por meio de uma sistematização de informações no quadro negro. Em seguida, entregamos à turma um roteiro envolvendo uma atividade experimental, a qual foi feita no Laboratório de Ciências da instituição educacional. Esse espaço da escola conta com o apoio de uma laboratorista que organiza e separa todo o material solicitado pelos alunos e necessário à realização da atividade. Os objetivos foram oportunizar aos discentes o contato físico com materiais de laboratório e que foram utilizados na simulação feita na aula anterior e, também, fazê-los elaborar um procedimento que lhes possibilitasse determinar a densidade do metal que constitui um objeto sólido e indicar o seu constituinte metálico.

**3.** Pesquisa em grupo sobre como se construir um densímetro.

3.1. Na **terceira aula**, a docente iniciou o encontro, lembrando as últimas atividades desenvolvidas. Nesse momento, destacou-se que, em todas elas, foi possível medir a densidade de materiais sólidos. Então, fizemos a seguinte indagação: como podemos medir a densidade de líquidos? Os alunos entreolharam-se e foi perceptível que ficaram curiosos em encontrar uma solução para essa questão.

A turma foi conduzida ao laboratório de informática para fazerem uma pesquisa sobre o assunto e rapidamente encontraram um aparelho chamado densímetro. Nesse momento, solicitamos que pesquisassem como é possível construir um densímetro caseiro e que se organizassem para confeccioná-lo, pois o usaríamos na aula seguinte para medir a densidade do etanol combustível.

A turma e os alunos foram motivados e demonstraram interesse em fazer a atividade e construir o densímetro. Esse artefato foi confeccionado em casa e levado à escola para a aula do dia 04/04/19. Solicitamos, ainda, uma pesquisa sobre como o densímetro é usado nas bombas de etanol em postos de combustível.

**4.** Confeção coletiva de um densímetro artesanal.

4.1. Após a pesquisa sobre como produzir um densímetro artesanal, solicitamos aos grupos de alunos que, em casa, construíssem um densímetro artesanal e o levassem na aula seguinte, o qual seria utilizado para determinar a densidade do etanol combustível.

**5.** Aula experimental para se determinar a densidade do etanol combustível por meio do densímetro confeccionado pelo grupo de alunos, conforme proposto no roteiro prático.

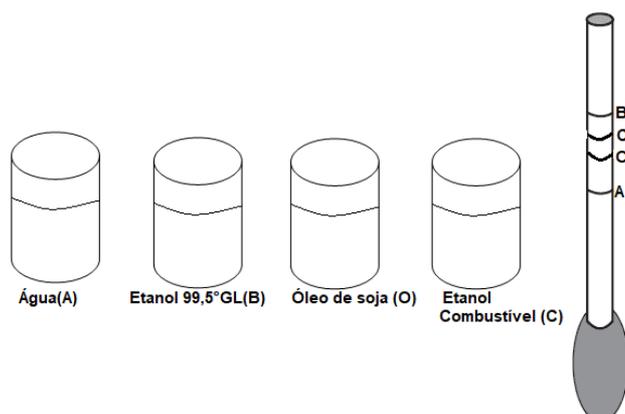
5.1. Na **quarta aula de Química**, fez-se, inicialmente a organização da sala, com os alunos divididos em seus grupos e cada grupo ocupando uma bancada. Em seguida, explicamos aos alunos o objetivo da aula, que era medir a densidade aproximada do etanol combustível por meio do densímetro construído por eles e discutir os resultados encontrados pelas diferentes equipes.

Em seguida, realizamos a leitura do roteiro prático e a explicação detalhada das etapas a serem seguidas:

- a) Cada grupo seguiria os procedimentos de medição da densidade do etanol combustível de acordo com o artefato por eles construídos;
- b) A professora circularia pelos grupos para ver o densímetro e compreender como mediram a densidade do etanol (fazendo indagações para cada grupo);
- c) Socialização das ideias e valores de densidade encontrados por cada grupo;
- d) Discussão dos resultados e sistematização das ideias.

Passamos por cada grupo para ver qual o densímetro que usaram e questionamos como esse aparelho funcionava e como obteriam o valor da densidade do etanol. Quando as dúvidas surgiam, discutíamos as ideias com os alunos, mas sempre levando-os a construir os conceitos, e não fornecendo diretamente a resposta. O modelo de densímetro construído pelos grupos foi por meio do uso de um canudinho com uma bolinha de massinha em uma das extremidades. Os estudantes mergulharam esse artefato em diferentes meios: água, álcool combustível, óleo de cozinha, vinagre e faziam a marcação do ponto em que os líquidos ficavam no canudinho, conforme a ilustração a seguir:

**Figura 1 - Experimento desenvolvido pelos alunos para medir a densidade do etanol combustível.**



**Fonte: ENEM – adaptada.**

## **6. Sistematização e extrapolação de ideias – fechamento da SEI.**

6.1. Essa foi a última etapa da sequência didática, na qual fizemos a sistematização do tema trabalhado na SEI – densidade. Para isso, utilizamos o quadro para registrar os resultados da densidade do etanol obtido pelos grupos e montamos esquemas para que todos pudessem compreender essa grandeza para além de uma fórmula matemática. Em seguida, de acordo com a atividade presente no roteiro, propusemos a extrapolação das ideias por meio de uma questão na qual os alunos deveriam definir o melhor local de instalação do ar condicionado – parte inferior ou superior da parede – justificando sua resposta com base nas discussões feitas ao longo da SEI.

O quadro a seguir apresenta, de maneira sucinta, cada uma das etapas presentes na SEI:

**Quadro 1- Etapas das atividades desenvolvidas na SEI sobre o tema densidade**

<b>Atividade</b>	<b>Recursos necessários</b>	<b>Nº de horas/ aula</b>	<b>Papel do aluno</b>	<b>Papel do professor</b>
Uso do <i>software</i> – simulação	Laboratório de informática – acesso à internet, instalação do Java e roteiro da aula.	2	Utilizar uma simulação em computador e compreender as relações entre massa, volume e densidade de diferentes objetos; discutir coletivamente as ideias construídas por seu grupo.	Apresentar o <i>software</i> de simulação; orientar os grupos por meio do roteiro da atividade; socializar e viabilizar a discussão das ideias.
Identificar o metal presente em diferentes materiais sólidos	Laboratório de Ciências: balança, proveta, diferentes materiais metálicos; outros materiais solicitados pelos grupos conforme a sua necessidade para a resolução do problema inicial.	1	Utilizar diferentes instrumentos do laboratório para identificar o metal presente em diferentes materiais sólidos; discutir coletivamente as ideias construídas por seu grupo.	Socializar e viabilizar a discussão das ideias.
Pesquisa sobre o densímetro artesanal – construção de um artefato.	Laboratório de informática com acesso à internet	1	Pesquisar sobre como um densímetro pode ser construído, utilizando materiais disponíveis em casa.	Elaborar uma problematização inicial que desperte o interesse dos alunos – como avaliar na bomba de combustível se o etanol foi ou não adulterado?
Construção de um densímetro artesanal	Tarefa para ser feita em casa	-	Construir um densímetro artesanal que será usado na aula seguinte.	Orientar sobre a atividade que deverá ser feita em casa.

<b>Atividade</b>	<b>Recursos necessários</b>	<b>Nº de horas/ aula</b>	<b>Papel do aluno</b>	<b>Papel do professor</b>
Determinação da densidade do etanol combustível, usando o densímetro artesanal	Laboratório de Ciências – etanol combustível e densímetro construído pelos alunos.	1	Determinar a densidade do etanol combustível, usando o densímetro artesanal; construir, coletivamente, uma explicação para o resultado encontrado.	Socializar as ideias elaboradas pelos estudantes; mediar a discussão em cada grupo.
Sistematização e extrapolação das ideias	Sala de aula ou Laboratório de Ciências.	1	Elaborar, coletivamente, o conceito de densidade para além da compreensão de sua fórmula matemática. Utilizar o conhecimento construído ao longo da SEI e aplicá-lo em outra situação que envolva o uso da densidade dos materiais.	Sistematizar as ideias discutidas ao longo da SEI e contribuir para o processo de ensino e aprendizagem dos alunos sobre o tema densidade.

Fonte: Elaborado pela autora com dados extraídos da pesquisa (2019)

De acordo com a metodologia adotada na SEI, podemos afirmar que se trata de um pluralismo metodológico, ou seja, utilização de diferentes recursos didáticos para se construir determinado conceito.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste projeto de pesquisa, analisamos de que maneira uma SEI pode contribuir para o processo de aprendizagem de estudantes do 9º ano sobre o assunto densidade. Para isso, desenvolvemos e aplicamos diversas atividades que apresentam características e fundamentação baseadas no Ensino de Ciências por Investigação.

No decorrer da análise da SEI, foram inúmeros momentos nos quais dialogamos e mediamos o diálogo entre e com os estudantes. Essa mediação, somada ao acompanhamento do desenvolvimento das atividades, promovem e contribuem para o processo de avaliação do educador.

A avaliação da aprendizagem não foi feita na última aula da SEI, mas no decorrer de todas as aulas nas quais trabalhamos com o tema densidade. Podemos afirmar, portanto, que utilizamos uma avaliação de acompanhamento (LUCKESI, 2011). Acreditamos que uma avaliação de acompanhamento é uma maneira de sermos mais assertivos na elaboração de uma sequência de ensino indiferente de sua abordagem, pois permite ao docente rever sua prática pedagógica ou então mostrar que está no caminho correto.

Na **primeira aula**, iniciamos o diálogo com a turma, colocando a seguinte questão: como um perito criminal pode assegurar que um material apreendido é composto por substâncias ilícitas?

Nesse momento, inúmeras e aleatórias respostas foram fornecidas, como, por exemplo, presença de cães farejadores e uso de uma substância que altera sua cor para resultado positivo de cocaína. Diante disso, questionamos a turma, fazendo a seguinte extrapolação da problematização - no tribunal de justiça, com o objetivo de se punir o suspeito, se os testes por eles citados seriam suficientes para a condenação do culpado. A turma afirmou que não, pois, possivelmente, um laudo técnico com perícia química deveria ser providenciado. Assim, eles citam a perícia técnica da polícia. Indagamos se os alunos têm conhecimento do que aparece nesse laudo. Os estudantes afirmam que não. Assim, destacamos que a SEI elaborada mostrará aos alunos uma das propriedades físicas da matéria que pode contribuir para a identificação desse material.

No contato inicial com a turma, observamos o uso de uma problematização

com o objetivo de despertar o interesse dos alunos para o objeto de conhecimento com o qual terão contato e elaborarão os conceitos e ideias sobre ele, além de fazer uma sondagem das concepções prévias que o grupo apresenta com relação à temática proposta.

De acordo com Carvalho (2013, p.10), em uma SEI “qualquer que seja o problema escolhido, esse deve seguir uma sequência de etapas visando dar oportunidade aos alunos de levantar e testar suas hipóteses.” Essa problematização inicial proposta não permite ao aluno testar suas hipóteses, mas sim dialogar com seus pares e extrapolar as ideias.

Ainda no decorrer da primeira aula, a turma foi dividida em 7 grupos de trabalho, os quais foram conduzidos ao laboratório de informática para o desenvolvimento de uma simulação, por meio do site *Phet Interactive Simulations*. Os alunos dispunham de um roteiro (apêndice 1), que norteou a atividade. A problematização colocada à turma foi a seguinte:

Cinco blocos identificados como A, B, C, D, e E estão lacrados e é impossível a sua abertura manualmente. Uma empresa precisa transportá-los, mas, para isso, é necessário que se conheça qual material constituirá essa carga. Sabendo-se que esses materiais podem ser madeira, maçã, gasolina, gelo, água, alumínio, diamante, chumbo e ouro, usando a simulação, ajude a equipe da empresa na identificação desses materiais.

Explicamos como a simulação deveria ser usada e quais os recursos nela presentes. Os alunos, em grupo, discutiram cada etapa da tarefa solicitada e, ao final de cada uma delas, socializamos as ideias por eles apontadas.

Conforme aponta Carvalho (2006) (apud Zompero et. al. 2011, p. 77), as atividades investigativas apresentam diferentes graus de abertura ao professor e ao aluno. Em cada um destes graus, os papéis do docente e discente são bem definidos e quanto maior a participação e engajamento do aluno no processo, maior é o grau de abertura da atividade. Para o roteiro elaborado na atividade da primeira aula, tem-se um grau de abertura do tipo II, no qual

[...] o professor propõe o problema. A elaboração de hipóteses e o plano de trabalho são realizados pelos alunos, mas com a orientação do professor. O registro dos dados é também realizado pelos alunos com a orientação do professor, e a conclusão pode ser elaborada pelo grupo de alunos, mas apresentada e discutida por toda a sala, ressaltando a necessidade do conhecimento ser divulgado, assim como ocorre na Ciência. (ZOMPERO

et.al., 2011, p.77)

O recurso didático utilizado nesse momento da aula foi um *software*, o qual permitiu ao aluno manipular diferentes variáveis e testar as hipóteses por eles levantadas. Dessa maneira, tem-se um exemplo de um problema não experimental,

[...]no qual as etapas para o desenvolvimento intelectual dos alunos com o objetivo de construção do conhecimento são as mesmas dos outros tipos de problemas: resolução dos problemas pelos grupos, sistematização do conhecimento elaborado e trabalho escrito sobre o que fizeram. (CARVALHO, 2013, p.14).

Na atividade 1, a turma avaliou a flutuabilidade dos objetos na água, ou seja, com a densidade de cada um deles em mãos, observaram que os mais densos afundam e os menos densos flutuam. Tal tarefa foi de fácil compreensão e todos os grupos chegaram à mesma conclusão.

Na atividade 2, a análise baseou-se em verificar o comportamento de diferentes materiais com mesma massa, mas volumes diferentes, quando colocados em um mesmo meio, no caso, a água. Durante a discussão e socialização das ideias, percebemos que a turma não apresentou dificuldade em dizer quais os objetos são mais ou menos densos que a água. No entanto, nem todos os alunos conseguiram estabelecer uma relação entre a densidade e o volume de diferentes objetos com a mesma massa. A seguir, a resposta de um grupo que apresentou dificuldade em estabelecer essa relação:

**Adriana (aluna do grupo 1):** “os objetos que têm um volume maior flutuam e os objetos de menor volume afundam na água. Esse fenômeno depende da densidade da água. Assim, de acordo com a densidade da água e dependendo da massa do material, ele afundará ou bioará.”

Os demais grupos forneceram respostas pertinentes com a observação, fazendo a seguinte relação:

**Sérgio (aluno do grupo 2):** “objetos de maior densidade afundam na água. Na simulação, como a massa dos blocos é a mesma e o que se altera é o volume, observa-se que os blocos menores (menor volume) afundam na água, sendo assim, são mais densos que os demais.”

Nesse momento fizemos a intervenção junto à turma e fizemos o registro das ideias no quadro negro, as quais representamos a seguir:

**Figura 2 - Registro das ideias apontadas pelos alunos sobre a flutuabilidade dos objetos na água e sua relação com a densidade.**

**Atividade 1 - todos os grupos foram unânimes em sinalizar que:**

- Objetos de maior densidade → afundam na água
- Objetos de menor densidade → flutuam na água

**Atividade 2 – como vocês completariam essa frase de acordo com a observação feita na atividade 1?**

Objetos de maior volume flutuaram na água, logo... Densidade  
Objetos de menor volume afundaram na água, logo... Densidade

**Fonte: Dados da pesquisa (2019).**

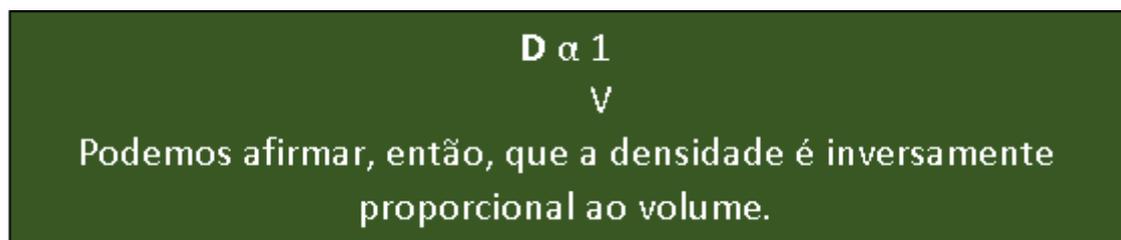
Em seguida, ressaltamos que o grupo 1 discordava das pontuações presentes no quadro, visto que justificaram a afirmação da atividade 2 considerando, apenas, a densidade da água. Ainda, encorajamos um aluno a explicar as conclusões da atividade 2 para os colegas do grupo 1. A aluna Giovana então faz a afirmação:

*“Pense em um objeto muito pequeno e em outro grande, mas com a mesma massa, por exemplo, 100g de bolinha de gude e 100g de bolinha de isopor. A bolinha de isopor será maior, concorda? Quando colocamos a bolinha de gude na água, ela afunda e a de isopor flutua, certo!? Qual é a bolinha mais densa?”*

Incentivamos os alunos do grupo 1 nessa interação: “E então, meninos!? Como vocês respondem a Giovana?” O aluno Marcelo então respondeu que “a bolinha de gude afunda porque é mais densa que a de isopor.”

A análise feita nesse instante é que os estudantes do grupo 1 precisaram de algo concreto para compreender a relação entre o volume e a densidade de um objeto, além de destacar no quadro:

**Figura 3 - Registro da relação entre densidade e o volume de um objeto.**



**Fonte: Dados da pesquisa (2019)**

Conforme a descrição deste trecho da aula, consideramos que é fundamental a mediação do professor, pois permite a socialização de ideias entre os estudantes.

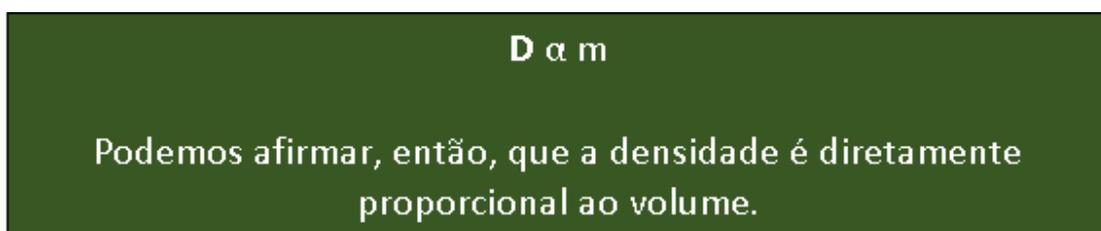
De acordo com Capecchi,

Intervenções da professora como incentivo a uma atitude de cooperação entre os alunos, solicitando que ouçam os colegas, o respeito ao tempo de resposta de cada um, o estabelecimento de relações entre afirmações semelhantes, a retomada de ações realizadas pelos alunos na fase experimental e a reelaboração de questões, entre outros, contribuem para tal processo. CAPECCHI (2013, p. 38).

Na atividade 3, os estudantes fizeram a simulação de objetos com massas diferentes e mesmo volume. Na discussão e socialização das ideias, percebemos que todos os grupos chegaram à mesma conclusão, ou seja, objetos de maior massa terão maior densidade e vice-versa. Assim, percebe-se que os alunos, muitas vezes entendem que se um objeto é “pesado”, terá maior densidade. No entanto, têm dificuldade em verificar a razão entre a massa e o volume, ou seja, se tivermos 1 kg de chumbo e 5 kg de pena, os alunos constroem a falsa ideia de que as penas serão mais densas, pois têm massa maior. Porém, não analisam que 5 Kg de pena ocupam um volume maior do que 1 Kg de chumbo. Portanto, desconsideram que a densidade depende do volume.

Ao final da atividade 3, fizemos o registro das informações a seguir no quadro:

**Figura 4 - Registro da relação entre densidade e a massa de um objeto.**



**Fonte: Dados da pesquisa (2019)**

A atividade 4 avaliou o comportamento de objetos com densidades iguais. Os estudantes verificaram que todos os blocos flutuaram na água, visto que a densidade é igual. Ainda, os volumes e massas são diferentes para cada um deles. Destaca-se a seguir algumas respostas por eles fornecidas:

*“Cubos com mesma densidade apresentam massa e volume equivalentes.”*

*“A massa e o volume aumentam proporcionalmente.”*

*“O objeto de maior massa tem também maior volume e vice-versa.”*

Na atividade 5, os estudantes resolveriam a questão problematizadora, ou seja, de que eram compostos os 5 blocos a serem transportados pela empresa. A simulação apresenta uma balança, um tanque contendo água e permite a leitura da variação do volume quando o objeto é nele colocado e uma tabela contendo o valor da densidade de diferentes materiais. Observamos que os grupos não tiveram dificuldade em medir a massa dos objetos. No entanto, ao medir o volume de blocos que flutuaram na água, registram o valor corresponde à parte submersa na água, desconsiderando a parte que não se encontrava mergulhada no meio. Além disso, todos os grupos compreenderam que o cálculo numérico da densidade é a razão entre a massa e o volume desse. O registro no quadro e a unidade de medida presente na tabela contribuíram para que chegassem, facilmente, à essa conclusão.

Durante a socialização do resultado por eles encontrado, verificou-se que quatro grupos não conseguiram chegar ao valor correto da densidade em função da leitura incorreta do volume do objeto. Nesse momento, solicitamos a um grupo de alunos que apresentasse os passos por eles seguidos e como isso permitiu identificar os materiais. Os grupos que tiveram dificuldade compreenderam a explicação dos colegas e conseguimos fazer o fechamento da aula da seguinte maneira:

A empresa de transportes conseguiu identificar os materiais presentes nas caixas por meio do valor da densidade, para isso, fez-se necessário medir a massa e volume de cada uma delas. Assim, a densidade é uma propriedade que nos ajuda na identificação de materiais. Porém, fica a pergunta – somente a densidade de um objeto nos permite afirmar com certeza do que ele é feito?

De acordo com Sasseron (2013, p.50), existem alguns propósitos e ações epistemológicos do professor para se promover a argumentação em sala de aula, os quais podem ser observados na análise da 1ª aula da SEI, dentre eles destacam-se:

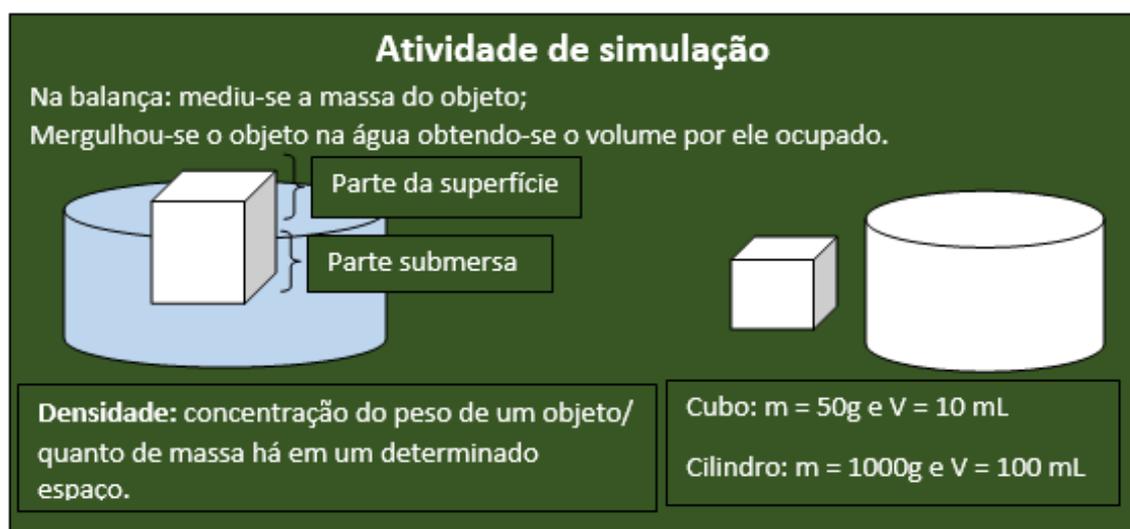
- ✓ Proposição de um problema – problematização de uma situação (identificação dos materiais presentes nas caixas a serem transportadas);
- ✓ Teste de ideias (realização da simulação);
- ✓ Reconhecimento de variáveis (densidade, massa e volume);
- ✓ Correlação de variáveis (relação entre densidade, massa e volume);
- ✓ Avaliação de ideias (socialização das ideias levantadas pelos grupos e mediação da docente).

Nessa primeira aula, não foi possível fazer a atividade em trios de alunos, em função do número de computadores disponíveis no laboratório de informática. Dessa maneira, desenvolveu-se a atividade com grupo de 7 alunos. Um grupo acessou, sem a autorização da professora, o *google* e pesquisou a fórmula matemática da densidade.

Uma observação importante é que alguns alunos não responderam ao que foi solicitado na questão, eles apresentam análises corretas, porém não respondem à pergunta. Além disso, muitos ainda, têm dificuldade em registrar as conclusões, mas não com relação à simulação e sim com os conceitos construídos coletivamente. Outra dificuldade observada diz respeito ao vocabulário, por exemplo, a compreensão de submerso e flutuabilidade.

Na **segunda aula** de Química, realizamos um feedback do assunto discutido na aula anterior: atividade do simulador. Para isso, fizemos o registro no quadro, ressaltando os conceitos discutidos em sala de aula como, por exemplo, massa, volume e densidade de um objeto. A retomada desses assuntos foi feita por meio da interação entre professora e alunos, bem como as anotações feitas no quadro, as quais destacam-se a seguir:

**Figura 5 - Registro das principais ideias discutidas na aula anterior sobre o tema densidade.**



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Em seguida, os alunos foram direcionados ao Laboratório de Ciências e divididos em 6 grupos com 7 integrantes cada. Foi feita a leitura do roteiro experimental (apêndice 2), e explicamos a atividade.

O objetivo era que cada grupo identificasse de que é feito o objeto presente em sua bancada, para isso os grupos dispunham de: balança, proveta, água, tabela de densidade de diferentes materiais, um objeto metálico (tampinha de garrafa, prego, clips, chave, etc.).

Nesse momento, os grupos discutiram maneiras e procedimentos que lhes permitissem identificar a constituição química dos materiais. Todos os estudantes se envolveram, com exceção de alguns focos de conversa. Os grupos começaram medindo o volume dos objetos e, para isso, colocaram um determinado volume de água na proveta e registraram o aumento do volume, após tê-los mergulhado nesse líquido.

Durante essa tarefa, circulamos pela sala e conversamos com cada grupo, com a intenção de verificar os procedimentos adotados por cada um deles. Dois grupos perceberam que diferentes materiais podem apresentar a mesma densidade, por exemplo, o ferro e aço. Assim, não conseguiam dizer qual desses compostos estava presente no objeto disponível em sua bancada. Dessa maneira, chegaram à conclusão de que poderia ser qualquer um deles e que outro teste deveria ser feito. Nesse momento, volta-se à pergunta da aula anterior, e os alunos

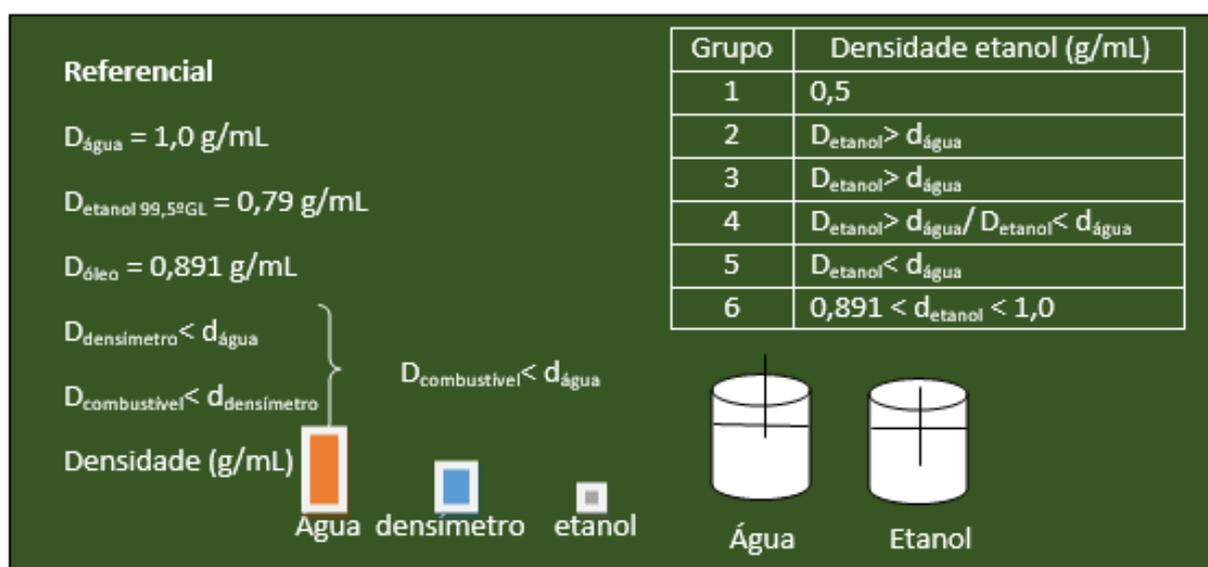
concluem que somente a densidade não permite identificar a constituição química de um objeto.

Segundo a assistente do laboratório que acompanhou a aula experimental, o roteiro da atividade foi algo diferente daquilo a que ela está habituada, ou seja, o procedimento partiu da escolha de cada grupo e a professora não definiu os passos a serem seguidos.

Conforme descrito na metodologia na terceira aula da SEI, na **terceira aula** os discentes realizaram uma pesquisa sobre como é possível medir a densidade de materiais que se encontram no estado líquido. Após essa pesquisa, os grupos de alunos confeccionaram, em casa e coletivamente, um densímetro artesanal. Este equipamento foi utilizado na **quarta aula**, na qual os estudantes puderam avaliar a densidade do etanol combustível. Nesse momento, a professora entregou-lhes um roteiro para organizar a atividade e propor questões finais que fizeram parte da extrapolação (apêndice 3).

Nesse momento, o papel da professora foi de circular entre os grupos de estudantes e indaga-los sobre como o densímetro por eles produzido lhes permitiria avaliar a densidade do etanol combustível. Ao final da aula, sistematizamos as ideias e valores de densidades obtidos pelos grupos no quadro e discutimos com a turma os dados encontrados por cada um deles, conforme apresenta-se na figura a seguir:

**Figura 6 - Dados coletados pelos grupos de alunos ao final da aula experimental sobre a densidade do etanol combustível usando-se o densímetro artesanal.**



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Com os resultados dos grupos em mãos, iniciamos as discussões, para isso seguimos os seguintes passos:

Colocamos em um béquer 100 mL de solução aquosa diluída de  $\text{KMnO}_4$  e despejamos levemente sobre ela 100 mL de etanol combustível, assim os estudantes perceberam que o combustível é menos denso do que a água.

Percebemos que os grupos que julgaram que o álcool é mais denso que a água, na verdade, analisaram de maneira equivocada o comportamento do densímetro (canudinho com massinha de modelar na ponta) nos dois líquidos. Dessa maneira, podemos dizer que esses alunos ainda não haviam compreendido a relação entre fluabilidade e densidade. Assim, desenhamos no quadro o densímetro na água e no álcool (figura 6), além de um diagrama de densidade, mostrando a relação da densidade desses materiais. Com isso, percebemos que esses alunos, enfim, concordaram que a densidade do etanol é menor do que a da água, no entanto não conseguiram medir o seu valor exato.

Ao longo da aula, fornecemos um elevado número de informações científicas aos alunos de maneira clara e objetiva. Na condução da aula, evitamos dar respostas prontas aos estudantes, ao contrário, quando eles indagavam sobre a melhor maneira de se obter a resposta do valor da densidade do etanol combustível, elaboramos questionamentos sobre os conceitos básicos relacionados à densidade e mediávamos a interação entre eles, aumentando a complexidade das perguntas, favorecendo a construção da solução da problematização por parte dos discentes.

A sequência de ensino investigativa (SEI) elaborada por meio do Projeto de Intervenção desenvolvido com alunos do 9º ano do Ensino Fundamental baseou-se no Ensino de Densidade para além da compreensão da equação matemática que permite o seu cálculo. No decorrer das aulas, indagamos os estudantes e os convidamos a participar e contribuir com o processo de aprendizagem e apropriação do objeto de conhecimento. Observamos, ainda, o desenvolvimento de algumas competências previstas na BNCC (Base Nacional Comum Curricular) (Brasil, 2018, p.9) para a Educação Básica, dentre as quais destacam-se:

1. Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.

2. 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.
3. Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.
4. Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.
5. Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.

Este trabalho e a análise da SEI nele presente não têm a pretensão de acreditar que apenas essa atividade é capaz de consolidar tais competências presentes na BNCC. Ao contrário, desejamos ressaltar que as atividades desenvolvidas com os alunos no decorrer das aulas de Química contribuem para a formação do aluno e apropriação de tais competências no decorrer da Educação Básica. A BNCC propõe um ensino de Ciências com abordagem investigativa desde os anos iniciais, pois essa abordagem de ensino favorece o processo de aprendizagem e construção do conhecimento, por meio da formação de um indivíduo autônomo, consciente e crítico diante do contexto no qual está inserido.

No fechamento da SEI, entregamos aos alunos um questionário que os permitiu extrapolar e sistematizar as ideias acerca do tema densidade. Nesse questionário, os discentes deveriam responder a duas questões:

**1ª questão:** Elabore outro procedimento que poderia ser adotado para se obter a densidade dos materiais no estado líquido.

Dois grupos propuseram medir a massa do líquido, no caso etanol combustível, desconsiderando-se a massa do recipiente que o contém. Com a massa e o volume do líquido em mãos, realizariam o cálculo da densidade.

Três grupos não conseguiram vislumbrar um outro procedimento para se determinar a densidade de substâncias no estado líquido.

Um grupo sugeriu colocar cuidadosamente o etano combustível em contato com outros dois líquidos de densidades conhecidas e observar o processo de flutuabilidade em cada um deles. Assim, estimariam a densidade aproximada do etanol combustível.

De acordo com as respostas fornecidas pelos alunos, por meio de seu registro escrito e recolhido pela docente, percebemos que metade da turma conseguiu compreender o tema densidade e, por mais simples que tenham sido as soluções por eles propostas, obteriam sucesso na resolução de um dado problema envolvendo esse assunto. No entanto, a outra metade da sala não conseguiu, inclusive coletivamente, encontrar uma outra maneira para avaliar a densidade de materiais no estado líquido. Dessa maneira, ficou clara a necessidade de uma outra aula na SD, na qual pudesse desenvolver coletivamente a construção desse conceito de maneira sistematizada. Porém, o fato de o aluno não conseguir fazer extrapolações não nos leva à conclusão de que esse não conseguiu compreender e desenvolver habilidades e competências pertinentes ao objeto de estudo, mas desafia o professor a buscar outros procedimentos avaliativos.

**2ª questão:** A direção do colégio resolveu instalar ar condicionado em todas as salas de aula. Indique a melhor posição para o aparelho ser instalado (parte superior ou inferior) da parede. Justifique sua indicação, por meio de argumentos cientificamente aceitos.

Todos os grupos consideraram que a melhor posição para se instalar o ar condicionado seria na parte superior da parede, pois “o ar frio é mais denso e ficará na parte inferior da sala e o ar quente, menos denso, subirá”. Quando o ar frio esquentar e o ar quente resfriar, eles circularão pela sala, num movimento de sobe e desce, por isso, o ar condicionado tem que ficar por cima.

Porém, nenhum dos grupos conseguiu explicar ou não destacaram em sua resposta escrita e analisada pela professora a razão de o ar frio ser mais denso. Nesse momento, indagamos aos alunos, colocando a seguinte pergunta – a massa de ar na sala sofre grandes variações? As respostas foram as mais diversas, sim,

não ou depende. Sendo assim, pedimos que considerassem que a massa de ar permanecesse constante e propusemos outra questão – de que maneira a temperatura influencia no espaço ocupado por um material no estado gasoso, fornecendo o exemplo do gás dentro do pneu de um carro. A maior parte da turma concordou que à medida que a temperatura aumenta, o espaço ocupado pelo gás será maior. Diante disso, solicitamos que eles relacionassem essas ideias à pergunta inicial sobre o ar condicionado. Em seguida, requisitamos aos grupos que apresentassem à turma a reformulação de suas respostas, as quais se destacam a seguir:

Quatro grupos consideraram que como o gás quente ocupa maior espaço, no caso volume, sua densidade será menor e ele sobe. Quando em contato com o ar condicionado, instalado na parte superior da sala, irá resfriar e ocupar menor espaço, aumentando a densidade e indo para a parte inferior desse local. Assim, o ar fará um movimento de sobe e desce.

Dois outros grupos não conseguiram reelaborar sua resposta, o que pode ser atribuído tanto à falta de interesse quanto ao término do horário de aula.

## 5 CONCLUSÃO

O principal objetivo desse trabalho baseia-se na análise do processo de aprendizagem dos alunos sobre o tema densidade por meio de atividades de caráter investigativo. Observamos ao longo da sequência de ensino investigativa a construção coletiva do conceito de densidade, a qual apresenta, em quase todos os momentos, discussões voltadas à compreensão desse assunto em situações contextuais e relacionadas à sua aplicabilidade. Ao longo desse processo, os discentes elaboraram uma explicação usando linguagem própria, deduzindo a fórmula matemática da densidade. Ressaltamos que deduzir a fórmula matemática da densidade não foi o objetivo primeiro dessa sequência de aulas. Ao contrário, buscamos desenvolver atividades com uma formatação que pudesse viabilizar a discussão entre os grupos de estudantes sob sua mediação.

Os dados de análise da pesquisa foram coletados, usando-se um diário de campo (anexo 1), mas acreditamos que, em trabalhos futuros, faz-se necessário um registro em áudio dos diálogos e interações entre os indivíduos envolvidos nessa atividade. Dessa maneira, teríamos mais instrumentos de análises para o professor pesquisador.

Essa pesquisa apresentou uma série de atividades e propostas que podem contribuir com a prática pedagógica dos professores da área de Ciências da Natureza, a qual pode servir como um ponto de partida para trabalhar com esse tema e ser uma inspiração para outros assuntos das Ciências. Ressaltamos que não temos a pretensão em dizer que essa pesquisa é a solução para garantir a aprendizagem dos alunos, porém contém contribuições para a atuação dos colegas docentes.

De acordo com o que foi discutido ao longo desse texto, podemos afirmar que os alunos do 9º ano da instituição de ensino na qual a pesquisa foi desenvolvida estabeleceram uma relação mais próxima com o objeto de estudo e com as atividades propostas. Cabe ao professor dar continuidade à construção dos conceitos, por meio da mediação e busca constante por novas metodologias de ensino. Em síntese, a SEI contribuiu para a aprendizagem dos alunos e foi avaliado ao elaborarmos uma extrapolação sobre o tema densidade, o que nos permitiu constatar que esse grupo se apropriou do conceito, aplicando-o em outro contexto.

## REFERÊNCIAS

- BRASIL, 2018. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/#fundamental/a-area-de-ciencias-da-natureza>>. Acesso em 11 maio 2018.
- BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**. Disponível em: <[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf)>. Acesso em 15 set. 2019.
- CAPECCHI, Maria Candida Varone de Moraes. Problematização no ensino de Ciências. In. CARVALHO, Ana Maria Pessoa de Carvalho. **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Editora Cengage, 2018. p. 21-39.
- FLICK, Uwe. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. p.25.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**. 57 ed. Rio de Janeiro: Paz & Terra, 2018. p. 33.
- HOFFMAN, Jussara. **Avaliar para promover**. 14 ed. Porto Alegre: Editora Mediação, 2011. p.76
- JÚNIOR, Orlando G. Aguir. **Módulo II: O planejamento de ensino**. Projeto de Desenvolvimento Profissional de Educadores. Governo do Estado de Minas Gerais/ Secretaria de Estado de Educação. p. 18. 2005
- LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro; MUNFORD, Danusa. Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo? **Revista Ensaio Ensino e Pesquisa em Educação**. Belo Horizonte, v.09. n. 1.p.97.jan-jun.2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/epec/v9n1/1983-2117-epec-9-01-00089.pdf>>. Acesso em: 29 ago. 2019.
- LUCKESI, Carlos Cipriano. **Avaliação da aprendizagem componente do ato pedagógico**. 1 ed. São Paulo: Cortez, 2011. p. 172.
- ROSSI, Adriana Vitorino, et.al. Reflexões sobre o que se Ensina e o que se Aprende sobre Densidade a partir da Escolarização. **Química Nova na Escola**. São Paulo, n. 30, p. 55-60, nov., 2008. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc30/10-AF-5208.pdf?agreq=densidade&agrep=jbcs,qn,qnesc,qnint,rvq>>. Acesso em: 11 maio 2018.
- SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio Ensino e Pesquisa em Educação e Ciências**. Belo Horizonte, n. spe. nov., 2015. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1983-21172015000400049&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21172015000400049&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 01 jul.2018.

ZOMPERO, Andreia Freitas, et.al. Atividades Investigativas no Ensino de Ciências. **Revista Ensaio Ensino e Pesquisa em Educação e Ciências**. Belo Horizonte, n.03.v.13. p. 67-80. SET-DEZ., 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/epec/v13n3/1983-2117-epec-13-0300067.pdf>>. Acesso em: 16 dez. 2019.

## ANEXO A - Diário de campo

Data:

Turma:

Descrição dos diferentes momentos da aula (ênfase e ações do professor e características do engajamento dos estudantes)

Artefatos foram utilizados (caderno, quadro, vídeo, atividades, etc.)

Anotações foram feitas no quadro pelo professor ou pelos estudantes

Possíveis contrastes entre aquilo que foi planejado e aquilo que aconteceu.

Pontos que chamaram mais atenção.

## APÊNDICE A – Atividade de simulação

**Objetivo:** Utilizar um simulador para compreender a densidade de alguns materiais.

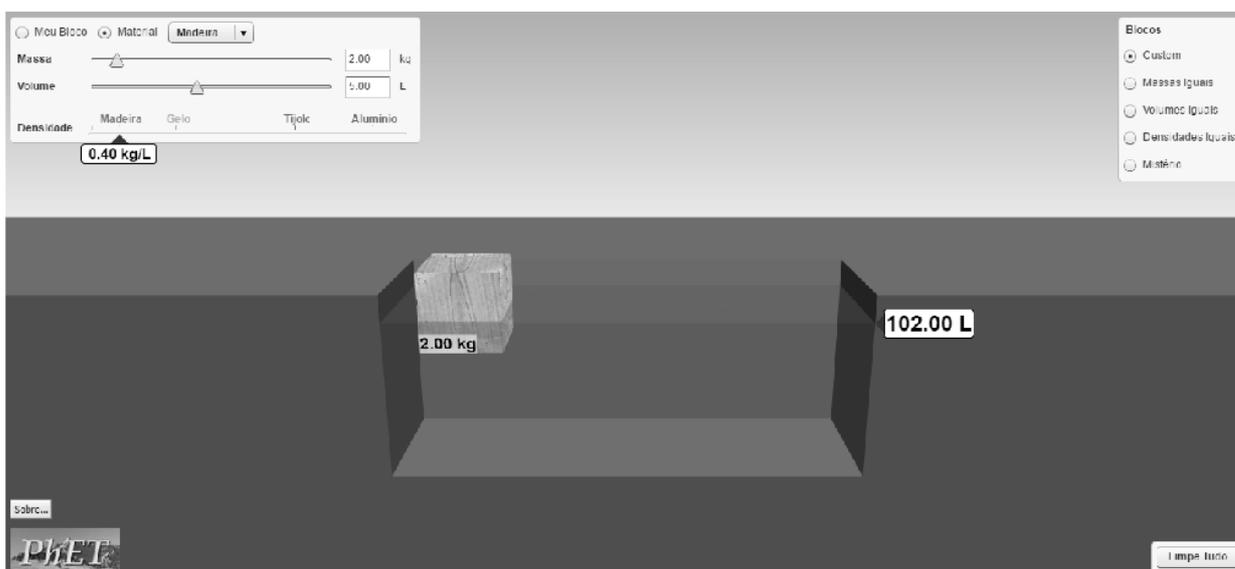
**Organização:** A atividade avaliativa deve ser feita em trio. A tarefa será realizada no laboratório e o questionário a seguir deverá ser entregue ao final do horário.

**Problematização:** Cinco blocos identificados como A, B, C, D e E estão lacrados e é impossível a sua abertura manualmente. Uma empresa precisa transportá-los, mas, para isso, é necessário que se conheça qual o material constituirá essa carga. Sabendo-se que esses materiais podem ser madeira, maçã, gasolina, gelo, água, alumínio, diamante, chumbo e ouro, usando a simulação, ajude a equipe da empresa na identificação desses materiais.

### Instruções:

Acesse o link: [https://phet.colorado.edu/sims/density-and-buoyancy/density\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/density-and-buoyancy/density_pt_BR.html)

Na página inicial, você encontrará as seguintes informações:



No canto esquerdo superior, você terá a opção de montar um bloco personalizado e determinar a sua densidade ou então escolher um dos materiais disponíveis no simulador. Observa-se, ainda, a relação entre a massa e o volume do

objeto. No canto superior direito, você tem os blocos, sendo eles: custom, massas iguais, volumes iguais, densidades iguais e mistério. No bloco “Mistério”, tem-se os blocos A, B, C, D e E que a empresa precisará transportar.

### Atividade 1

1. Na página inicial, selecione a opção material (canto superior esquerdo).
2. Selecione cada um deles (um por vez), mantendo a massa de todos iguais a 1Kg. A massa dos objetos pode ser alterada no cursor “massa”.
3. Observe e registre o comportamento desses materiais quando colocados na água, completando a tabela a seguir:

Considere a densidade da água igual a 1,0g/mL

Material	Densidade (Kg/L)	Densidade (g/L)	Comportamento na água (Flutua ou afunda)
Madeira			
Isopor			
Gelo			
Tijolo			
Alumínio			

### QUESTÃO 01

De que maneira pode-se relacionar a densidade de um objeto com o fato de ele afundar ou flutuar em um determinado meio?

### Atividade 2

1. No canto superior direito, selecione a opção “massas iguais”.
2. Coloque os quatro cubos na água.
3. Qual deles afunda na água?
4. Qual deles flutua na água?
5. Qual a relação entre a densidade e o volume de um objeto?
6. Coloque-os em ordem crescente de densidade. Justifique a sua resposta.

**Atividade 3**

1. No canto superior direito, selecione a opção “volumes iguais”.
2. Coloque os quatro cubos na água.
3. Qual deles afunda na água?
4. Qual deles flutua na água?
5. Qual a relação entre a densidade e a massa de um objeto?
6. Coloque-os em ordem crescente de densidade. Justifique a sua resposta.

**Atividade 4**

1. No canto superior direito, selecione a opção “densidades iguais”.
2. Coloque os quatro cubos na água.
3. Qual o comportamento desses objetos em água?
4. Para objetos de mesma densidade, como se relaciona a sua massa com o seu volume?

**Atividade 5 – Investigando os tubos da empresa de transportes**

No canto superior direito, selecione a opção “mistério”.

Dispondo de uma balança, um tanque com água e uma tabela contendo a densidade de diferentes substâncias, identifique o material que constituiu os blocos A, B, C, D e E. Descreva, detalhadamente, como foi possível determinar a natureza desses objetos e justifique a sua resposta.

## **APÊNDICE B – Atividade experimental - densidade de objetos metálicos**

**Objetivo:** Identificar o metal presente em um objeto por meio de um experimento desenvolvido no laboratório de Ciências.

**Organização:** A sala será dividida em 6 bancadas contendo 7 alunos cada.

**Problematização:** Qual o metal constitui o objeto presente em sua bancada?

**Roteiro:** Elabore, em conjunto com seu grupo, um experimento que lhe permita identificar o metal presente em sua bancada. Não serão aceitas identificações baseadas nas propriedades organolépticas dos materiais. Em sua mesa, vocês dispõem de

- Proveta;
- Água;
- Balança;
- Bico de Bunsen;
- Régua;
- Béquer;
- Prego;
- Chave;
- Colher de chá;
- Tampinha de garrafa;
- Lacre de latinha;
- Clipes;
- Tabela contendo a densidade, temperatura de fusão e ebulição de alguns materiais.

- 

### **Instruções:**

Descreva, detalhadamente, no espaço a seguir, os procedimentos adotados por seu grupo que lhes permitiram identificar o metal presente no material. Se quiser, faça um fluxograma do passo a passo. Justifique, usando argumentos cientificamente aceitos, o procedimento adotado.

## APÊNDICE C – Atividade experimental - uso do densímetro para análise da densidade do etanol combustível

Querido(a) aluno(a), você e seu grupo fizeram uma pesquisa sobre como funciona e de que maneira podemos construir um densímetro artesanal. Esse aparelho é usado para medirmos a densidade de substâncias que se encontram no estado líquido, por exemplo, nos postos de combustível, junto à bomba de etanol, o consumidor pode verificar a qualidade do álcool por meio da leitura de sua densidade.

### Objetivos:

- Testar o densímetro confeccionado pelo grupo;
- Medir a densidade do etanol combustível.

### Procedimentos:

1) Mergulhe o densímetro construído por seu grupo e registre o valor da densidade do etanol combustível.

Densidade do etanol combustível	
---------------------------------	--

2) Compare a densidade obtida por seu grupo com o valor registrado pelos demais colegas.

Grupo	Densidade
1	
2	
3	
4	
5	
6	

3) Elabore, outro procedimento que poderia ser adotado para se obter a densidade dos materiais no estado líquido.

**Extrapolando as ideias:**

A direção do Colégio resolveu instalar ar condicionado em todas as salas de aula. Indique a melhor posição para o aparelho ser instalado (parte superior ou inferior) da parede. Justifique sua indicação, por meio de argumentos cientificamente aceitos.

**Tabela de densidade de alguns materiais**

<b>MATERIAL</b>	<b>DENSIDADE (g/cm<sup>3</sup>)</b>
Ferro (Fe)	7,8
Estanho	7,3
Cobre	8,9
Chumbo	11,3
Alumínio	2,7
Titânio	4,6
Aço inox	7,8
Bronze	8,9
Óxido de zinco	5,4

Fonte: <http://www.euroaktion.com.br/Tabela%20de%20Densidade%20dos%20Materiais.pdf>.

Acesso em 09/03/19