

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

LUCAS DA MATA DIAS

**Explorando a Densidade: Uma Sequência de Ensino Investigativo com Realidade
Aumentada e simulações do PhET Colorado**

Ouro Preto
2024

LUCAS DA MATA DIAS

**Explorando a Densidade: Uma Sequência de Ensino Investigativo com Realidade
Aumentada e simulações do PhET Colorado**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Química Licenciatura da Universidade Federal de Ouro Preto, como requisito final para aprovação na disciplina de Estágio Supervisionado IV.

Orientador: Prof. Dr. Gilmar Pereira de Souza

Ouro Preto

2024



FOLHA DE APROVAÇÃO

Lucas da Mata Dias

Explorando a Densidade: Uma Sequência de Ensino Investigativo com Realidade Aumentada e simulações do PhET Colorado

Monografia apresentada ao Curso de Química Licenciatura da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Licenciatura em Química

Aprovada em 19 de fevereiro de 2024

Membros da banca

Prof. Doutor Gilmar Pereira de Souza - Orientador (Departamento de Química, Universidade Federal de Ouro Preto)
Prof. Doutor Márcio Antônio da Silva - Avaliador
Profa. Doutora Clarissa Rodrigues - Supervisora (Departamento de Química, Universidade Federal de Ouro Preto)

Gilmar Pereira de Souza, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 26/02/2024



Documento assinado eletronicamente por **Clarissa Rodrigues, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 03/04/2024, às 23:00, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0694853** e o código CRC **9827DE27**.

Agradecimentos

Primeiramente, expresso minha gratidão a Deus.

Aos meus queridos pais, Eliz Regina e Luciano, agradeço por tudo pelo incentivo, apoio nos momentos mais difíceis. Este sonho não é apenas meu, mas também de vocês. Aos meus avós, Dona Helena e Joaquim, que de alguma forma estão olhando por mim.

Agradeço imensamente à minha irmã Fernanda e ao seu marido Waguinho por sempre estarem ao meu lado, prontos para ajudar quando necessário. À minha companheira e parceira, Ana Laura, expresso meu amor sincero por estar sempre ao meu lado.

Quero dedicar um agradecimento especial ao meu primo Alisson, que tem sido minha verdadeira inspiração nessa jornada para me tornar professor, suas palavras e apoio foram fundamentais. Ao Danilo, minha gratidão pela amizade sincera e pelos conselhos valiosos sobre a carreira docente.

Aos amigos que fiz durante o curso, como Renata (minha fiel dupla de curso), Ronaldo, Pedro, Gabriel, Golden, Vitinho, Fogão, com quem compartilhei os desafios e as alegrias deste processo.

Ao meu orientador, Gilmar Pereira de Souza, agradeço por aceitar fazer parte do meu trabalho e por suas valiosas contribuições.

Aos amigos e primos de infância, Rafael, Giovanna, Lucas Geraldo, Dedão, Ted, Douglas, Kaique, Fabrício, Otávio, Lavínia, mesmo distantes, sei que posso sempre contar com vocês.

A todos os professores que contribuíram para a minha formação acadêmica, meu sincero obrigado.

Expresso minha gratidão à República Badalação, minha segunda casa.

RESUMO

O estudo do conceito de densidade é fundamental nas ciências, especialmente para caracterizar substâncias e materiais. No entanto, foi possível identificar algumas dificuldades entre os alunos sobre o conceito, como a confusão entre densidade e peso, bem como desafios relacionados ao entendimento matemático da densidade, entre outras dificuldades. Assim, evidenciou-se a necessidade de elaborar uma sequência de ensino que contemplasse o conceito de densidade em sua totalidade. O ensino por investigação emerge como uma metodologia essencial para o ensino de química, especialmente em relação à densidade, pois permite a participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem. Essa abordagem visa também, estimular a exploração, a descoberta e a construção do conhecimento pelos próprios estudantes, além de promover a autonomia intelectual dos estudantes e a aprendizagem de procedimentos da ciência, entre outros aspectos. Com isso, neste trabalho, foi proposta uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI), para o ensino médio, que abordou o conceito de densidade em três perspectivas principais: macroscópica, submicroscópica e simbólica. Para alcançar cada uma dessas perspectivas, foram empregados como recursos didáticos, a Realidade Aumentada (RA) e o site educativo, PhET Colorado. Esses recursos foram integrados com o intuito de proporcionar uma experiência de aprendizagem mais imersiva e, assim, permitir que alunos compreendam os diferentes aspectos do conceito de densidade de maneira completa e integrada.

Palavras-Chaves: SEI, Densidade, PhET Colorado, Realidade Aumentada, Sequência

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Representação do triângulo proposto por Johnstone (2000).

Figura 2: Representação do funcionamento da RA em *smartphones*

Figura 3: Imagem da tela do site PhET Colorado, simulando a densidade do bloco de madeira em um tanque de água

Figura 4: Imagem da tela do site PhET Colorado, simulando um bloco de madeira e o outro de alumínio, ambos com massa correspondente a 2,7 Kg.

Figura 5: TERRA DE GIGANTES - Iceberg nos arredores do continente gelado (foto maior) e a imagem que mostra o desprendimento do A-76: fenômenos naturais sob escrutínio dos cientistas - Konrad Steffen/University of Colorado/.)

Figura 6: Imagem da tela do site PhET Colorado, simulando o fenômeno do cubo de gelo em um tanque de água

Figura 7: Imagem da tela do site PhET Colorado, simulando o fenômeno do cubo de gelo em um tanque de água

Figura 8: Imagem da projeção da RA das moléculas de água no estado líquido

Figura 9: Imagem da projeção da RA das moléculas de água no estado sólido

Figura 10: Imagem da projeção da RA das moléculas de água em temperatura mais alta

Figura 11: Imagem da projeção da RA das moléculas de água em temperatura menor.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Quadro de informações sobre a sequência didática

Quadro 2: Valores de massa e volume do alumínio e da madeira para primeira etapa do cálculo

Quadro 3: Valores de massa e volume do alumínio e da madeira para segunda etapa do cálculo

Quadro 4: Classificação do material do bloco e a correspondente densidade em Kg/L

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1. Introdução | 9 |
| 2. Referencial Teórico..... | 11 |
| 2.1. Ensino de Química | 11 |
| 2.2. Níveis de representação da química..... | 12 |
| 2.3. Dificuldade dos alunos no aprendizado de densidade..... | 14 |
| 2.4. Sequência de Ensino Investigativo..... | 15 |
| 2.5. Uso de Tecnologias da Informação e Comunicação no Ensino de Química | 18 |
| 3. Objetivos..... | 20 |
| 3.1. Objetivo geral..... | 20 |
| 3.2. Objetivos específicos..... | 20 |
| 4. Metodologia..... | 21 |
| 5. Desenvolvimento da sequência de ensino | 23 |
| 5.1. Informações gerais sobre a SEI..... | 24 |
| 5.2. Detalhamento das fases da SEI..... | 28 |
| 5.2.1. Momento 1..... | 28 |
| 5.2.2 Aula 01..... | 28 |
| 5.2.3. Momento 2..... | 34 |
| 5.2.4. Aula 2..... | 34 |
| 5.2.5. Aula 3..... | 38 |
| 5.2.6 Aula 4..... | 43 |
| 5.2.7 Aula 5..... | 45 |
| 5.2.8. Aula 6..... | 47 |
| 5. Conclusão..... | 48 |
| 6. Referências Bibliográficas..... | 50 |

1. Introdução

Nos últimos anos, as ciências e suas tecnologias têm se desenvolvido de modo muito acelerado, o que vêm proporcionando mudanças em vários setores da sociedade, como por exemplo, nos meios de comunicação, fazendo com que o acesso à informação seja cada vez mais rápido e fácil.

A Química, como disciplina científica, desempenha um papel fundamental na sociedade de compreensão do mundo, conscientização ambiental e desenvolvimento de tecnologias. Compreender os princípios químicos e suas aplicações em diversos aspectos como produção de alimentos e medicamentos até a preservação ambiental depende do conhecimento químico.

É incontestável que muitos alunos (as) enfrentem dificuldades de aprender a química. Segundo Ferreira, Oliveira e Nunes (2019) existem inúmeros elementos que contribuem para as dificuldades de aprendizagem dos estudantes, muitas vezes, decorrente do método tradicional de ensino, baseado na transmissão direta de conteúdos, fórmulas, memorização de símbolos e nomes resulta em um considerável desinteresse dos alunos pela matéria.

Nesse contexto, é necessário questionar se as abordagens de ensino utilizadas, atualmente, estão proporcionando, de fato, aos alunos um papel ativo no seu processo de aprendizagem, principalmente, no que refere a densidade, modelo cinético molecular e a visão bidimensional (2D) e tridimensional (3D). Isso é afirmado, pois esses conceitos necessitam de um entendimento a nível submicroscópico da química, muitas vezes, de difícil compreensão por parte dos estudantes.

É importante destacar, que a densidade está presente no cotidiano dos alunos em vários contextos, porém, sua abordagem científica, muitas vezes, dificulta a compreensão do aluno. Isto é, como bem aponta Rossi e colaboradores (2008), é um conceito simples, mas pode gerar dificuldades de ensino e aprendizagem, se os estudantes não tiverem consolidadas certas habilidades.

Sendo assim, o Ensino por Investigação é uma alternativa viável que pode ser utilizada. Como define Carvalho (2018), o ensino por investigação é uma abordagem de ensino que envolve o professor na criação de condições em sala de aula para que os alunos articulem ideias, participem ativamente das atividades, sendo incentivados a fundamentar suas ações com base em conhecimentos científicos, assim, promovendo nos estudantes o desenvolvimento da autonomia e criticidade. Além disso, essa abordagem didática proporciona ao estudante a

construção do conhecimento químico, de forma ativa, que ocorre por meio da reflexão sobre as atividades propostas.

É necessário destacar, que são diversas as metodologias de ensino englobadas pelo Ensino por Investigação, dentre elas a Sequência de Ensino por Investigação (SEI). A SEI é a metodologia de ensino que relaciona pontuais procedimentos, que interligados, permitem aos sujeitos uma atuação ativa nas atividades propostas para aprendizagem.

Nesse sentido, com objetivo de adentrar ainda mais na problemática da dificuldade dos alunos, de entender determinados conceitos, e promover uma melhor compreensão para eles, pensa-se na utilização da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) como um recurso didático importante a ser utilizado, juntamente, a SEI. Cabe destacar, que as TICs são conjunto ferramentas multifuncionais, isto é, um conjunto de instrumentos digitais que auxiliam no processo de ensino e aprendizagem. E que ocorre por meio da utilização de aplicativos, disponíveis para *smartphone*, computadores/*notebooks*, etc.

Porém, a aplicabilidade das TIC é muito ampla, sendo necessário evidenciar, no contexto apresentado, a Realidade Aumentada (RA), que é um dos instrumentos digitais utilizados por esse recurso. Segundo Kirner e Kirner (2008, p. 319) a RA “é uma tecnologia que permite a inserção de objetos virtuais em ambientes reais, mostrada ao usuário em tempo real e com o apoio de algum dispositivo tecnológico, usando a interface do ambiente real, podendo visualizar e manipular os objetos reais e virtuais”. Dessa forma, a visualização de modelos, apresentados em 2D e 3D (bidimensional e tridimensional), representadores de partículas, átomos e moléculas, bem como, suas interações e movimentações cinéticas, auxiliam a compreensão do aluno sobre o comportamento, que na realidade, ocorre a nível submicroscópico.

Portanto, a proposta desse projeto é estruturar uma SEI, utilizando como recurso didático pedagógico a RA, que possibilite a interação do estudante com objetos virtuais que se sobrepõem o ambiente real, fazendo com que os alunos explorem os conceitos de forma mais interativa, por meio do uso de dispositivos tecnológicos, como *smartphones*. Buscando proporcionar uma aprendizagem mais engajadora, contextualizada e abrangente, permitindo aos alunos desenvolverem conhecimentos científicos sobre os princípios químicos fundamentais.

2. Referencial Teórico

2.1. Ensino de Química

A química como disciplina escolar, é vista como uma matéria que gera dificuldade, em grande parte dos estudantes, no processo de aprendizagem dos conteúdos. Com bem aponta de Santos (2013), existe uma desmotivação por parte dos estudantes decorrente das dificuldades de abstração dos conceitos, elaboração e compreensão de modelos científicos, o que acaba originando as concepções alternativas. Nesse contexto, o ensino de química frequentemente perde o interesse de muitos alunos, uma vez que a avaliação do aprendizado está centrada na capacidade dos estudantes de memorizar conteúdos, resultando em um método de ensino enciclopédico.

Deste modo, a proposta de ensino tradicional torna o processo de aprendizagem pragmático e menos eficaz, uma vez que se baseia em uma construção do conhecimento unidirecional, no qual o estudante tem um papel passivo, sendo um ouvinte que aceita passivamente a explicação do professor. (BENEDETTI FILHO; CAVAGIS; BENEDETTI, 2020). Como ressaltam, os autores Melo e Amantes (2021), esse método de ensino tradicional não favorece as habilidades dos alunos em estabelecer conexões entre a Química e o seu entorno, algo que poderia enriquecer o processo de aprendizado e desmistificar a disciplina, frequentemente percebida pelos alunos como excessivamente complexa.

Para Ferreira, Hartwig e Oliveira (2010) são necessárias novas ações que contribuam para a melhoria do Ensino de Química, que possibilitem uma compreensão ampliada do papel das ciências e da tecnologia na sociedade e, também, na vida individual dos seres humanos, seja por meio da interligação dos conteúdos ao contexto social que promovem e desenvolvem o ensino, mas também, um ensino que permita aos alunos entender o mundo físico, julgar e tomar suas próprias decisões sobre situações relacionadas ao conhecimento científico, aguçando o sentido de sua cidadania.

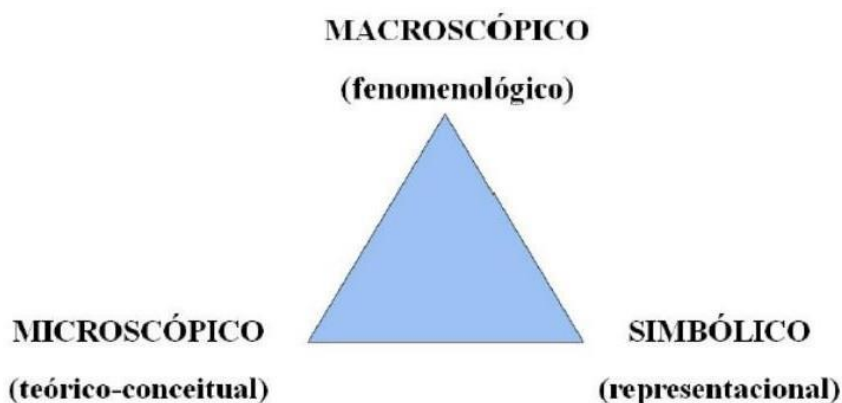
Portanto, é importante utilizar recursos didáticos diferenciados, como materiais para experimentação, jogos didáticos, aliados a metodologias inovadoras, como a adoção de tecnologias e situações problemas (ROCHA; VASCONCELOS, 2016). Dessa forma, os conteúdos químicos se tornam significativos e estimulantes para os alunos.

2.2. Níveis de representação da química

Para compreender melhor o mundo, é indispensável o conhecimento químico sobre a composição da matéria e as leis que regem as transformações químicas. Contudo, como ressalta Sirhan (2007), a química é uma ciência abstrata e conceitual, o que demanda um esforço para compreendê-la, isso acarreta dificuldade tanto no ensino quanto na aprendizagem, na transição entre os níveis macroscópico, microscópico e simbólico.

Segundo Johnstone (1993), para o aprendizado de química é essencial, abranger os três aspectos fundamentais: a observação dos fenômenos (macroscópico), a representação desses fenômenos, por meio da linguagem científica (simbólico) e o real entendimento das partículas, íons, átomos e moléculas (microscópico). O entendimento e domínio do conhecimento químico envolvem a compreensão e a interconexão dessas três interfaces, representadas pelo chamado triângulo de Johnstone, representado na figura 1.

Figura 1: Representação do triângulo proposto por Johnstone (2000) com aspectos fundamentais para o aprendizado de química.



Outros autores, como Lemes e colaboradores (2010), reforçam essa ideia ao destacar um significado ainda maior quando consideramos a associação com os três universos mencionada no triângulo de Johnstone: o nível fenomenológico (relacionado aos sentidos); o nível representacional, que envolve o uso de símbolos, equações e fórmulas; e o nível teórico-conceitual, que se baseia na manipulação de entidades abstratas como átomos e moléculas.

Johnstone (2000) aponta que muitas dificuldades na aprendizagem de química surgem devido ao ensino e aprendizagem focarem quase exclusivamente em um dos vértices do triângulo (macroscópico e simbólico). Essa abordagem deixa de lado aspectos mais estruturais,

representados pelo vértice submicroscópico, privando os alunos da oportunidade de desenvolver suas habilidades de modelagem.

Como também, apontam os autores Wartha e Rezende (2011) os alunos tendem a descrever fenômenos químicos predominantemente no contexto macroscópico, uma vez que muitas vezes enfrentam desafios em termos de habilidades ou recursos simbólicos no plano mental. Isso dificulta a compreensão das transformações químicas em um nível que exige maior capacidade de abstração, como o nível submicroscópico.

De modo geral, para superar essas dificuldades encontradas no ensino de química e concretizar o aprendizado, é necessário que os alunos sejam capazes de transitar entre os níveis representacionais, ou seja, transitar entre os vértices do triângulo de Johnstone, para desenvolver uma compreensão integrada dos fenômenos químicos, pode contribuir para um ensino-aprendizagem mais dinâmico, atraente e significativo.

Para isso, proporcionar situações que possa mostrar ao aluno o universo macroscópico, acompanhado da simbologia química cientificamente adequada, além disso, utilizar de recursos como animações e simulações de computador para desenvolver habilidades e compreensão dos modelos representacionais do nível molecular/submicroscópico (JOHNSTONE 2004).

Além disso, é crucial explorar a dimensão que destaca os fenômenos de uma perspectiva submicroscópico, pois essas abordagens são distintivas e intrínsecas ao ensino de Química. Nesse contexto, torna-se evidente a importância de implementar um método de ensino abrangente, contemple todos os aspectos essenciais para a aprendizagem do aluno. Isso não apenas estimula o pensamento, mas também é fundamental para o desenvolvimento de habilidades crítico-reflexivas.

Como exemplo de aplicação do triângulo de Johnstone em um conceito químico, pode-se mencionar o entendimento e exploração do conceito de densidade química, podendo ser abordado e compreendido em diferentes níveis representacionais (macroscópico, submicroscópico e simbólico). No nível macroscópico, a densidade pode ser explorada por meio de experimentos que envolvem a utilização de diversos materiais e/ou elementos, esses experimentos permitem a observação da densidade relativa de diferentes materiais e/ou elementos em comparação com a densidade da água. Já a nível submicroscópico, podem-se explorar modelos moleculares para compreender como a densidade é influenciada pela organização e movimentação das partículas e suas interações, os modelos podem ser apresentados por meio das simulações em aplicativos e *softwares*. No nível simbólico, a densidade pode ser explorada no processo de quantificação da densidade em diferentes

elementos e/ou materiais, utilizando a fórmula matemática ($d=m/v$) que expressa a relação entre massa e volume que corresponde a densidade.

Para promover uma transição fluida entre os níveis representacionais e como abordá-los mencionados anteriormente, é fundamental desenvolver estratégias de ensino que contextualizem ou criem situações onde os estudantes possam estabelecer conexões com o conceito de densidade em diversas perspectivas. Essas abordagens não apenas facilitarão a compreensão do conceito, mas também auxiliarão os alunos na construção de um conhecimento mais significativo.

2.3. Dificuldade dos alunos no aprendizado de densidade

O estudo do conceito de densidade é essencial em ciências devido à sua importância na caracterização de substâncias e materiais.

Entretanto, o conteúdo de densidade, muitas vezes, é apresentado sem relacionar os níveis macroscópico, submicroscópico e simbólico. Essa abordagem pode levar o aluno a acreditar que o conceito não possui relevância nem aplicação prática em seu cotidiano e nas compreende sua importância em diversas áreas, como na indústria, na agricultura, na engenharia, entre outros.

Com isso, a densidade acaba se tornando um conceito de difícil aprendizado para os estudantes, como apontam diversos autores, tais quais: Fassoulopoulos; Kariotoglou & Koumaras, 2003; Hashweh, 2015; Rossi et al., 2008; Smith, Carey & Wisser, 1986; Xu & Clarke, 2012 *apud* De Melo e Amantes (2021). Estes autores destacam uma série de fatores que contribuem para as dificuldades dos alunos em compreender a densidade. Entre eles, estão:

- A densidade é uma propriedade não diretamente perceptível, o que pode dificultar a compreensão do conceito pelos alunos.
- O entendimento da densidade exige uma compreensão de razão e/ou proporção, o que demanda conhecimento matemático.
- A confusão entre densidade e peso, pode dificultar sua compreensão.

Ademais, a palavra "densidade" tem aplicações em diversos componentes curriculares além da química, assumindo significados variados (ROSSI, 2008). Por exemplo, no contexto da geografia, a densidade está relacionada à densidade demográfica, enquanto na literatura pode expressar uma noção de profundidade e intensidade poética. Nas ciências da computação, por

sua vez, a densidade pode ser usada para descrever a quantidade de informações ou dados em determinado espaço de armazenamento.

Na química, o conceito de densidade refere-se à relação entre a quantidade de massa contida em um determinado volume e isto se relaciona à organização dos átomos, íons ou moléculas. Como observado por Hawkes (2004), a densidade está associada à distribuição das partículas de uma determinada massa específica contida em um determinado volume, tanto em uma escala macroscópica quanto nos arranjos dessas partículas em nível submicroscópico.

Além disso, a descontextualização da densidade durante as aulas de química impede que o processo de aprendizagem alcance eficácia. Nesse sentido, uma abordagem que não promova a compreensão dos conteúdos científicos leva à desmotivação do aluno em relação ao aprendizado de química, uma vez que a disciplina pode parecer complexa e distante de sua realidade cotidiana. (ROSSI e colaboradores, 2008).

Como ressalta Rossi e seus colaboradores:

Certamente, esse conceito aparece com frequência em situações cotidianas, mas muitas vezes passa despercebido, pois o que se associa à densidade a partir do conhecimento escolarizado é matematizado e limitado a exemplos quase sempre restritos a misturas entre um líquido e outro líquido ou um sólido e de maneira descontextualizada [...] 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; MASSAROTTO; GARCIA; ANSELMO; DEMARCO, 2008, p. 55-60)

Portanto, torna-se importante adotar estratégias pedagógicas de ensino que não apenas abordem a densidade de forma contextualizada, mas que também auxiliem as(os) estudantes a reformularem as concepções do senso comum sobre esse conceito.

2.4. Sequência de Ensino Investigativo

O ensino de ciências continua sendo influenciado pelo ensino tradicionalista, que sustenta a concepção de que o processo de ensino-aprendizagem ocorre principalmente por meio da transmissão de conhecimentos sistematizados do professor para os alunos (LIMA; AGUIAR; BRAGA, 2000).

Conforme destacado por Pozo e Crespo (2009), os estudantes percebem a ciência como um conjunto de conhecimentos neutros, distantes de sua vida cotidiana e desconectados de sua realidade. Muitos experimentos realizados nas aulas de ciências muitas vezes se limitam a

demonstrações de fenômenos, não sendo percebidos como estratégias para buscar soluções ou estimular reflexões.

No entanto, é fundamental abrir espaço para abordagens pedagógicas inovadoras, adotando estratégias de ensino que reconheçam e valorizem as competências e saberes individuais de cada participante no processo educacional. O Ensino por Investigação surge como uma alternativa que visa integrar essa abordagem inovadora de ensino, promovendo atividades centradas nos estudantes. Essas atividades têm como objetivo fomentar o desenvolvimento da autonomia e a capacidade de tomada de decisão desses sujeitos.

[...] o ensino de Ciências em todos os níveis escolares deve fazer uso de atividades e propostas instigantes, nesse sentido, é necessário, pois, desenvolver atividades que, em sala de aula, permitam as argumentações entre alunos e professor em diferentes momentos da investigação e do trabalho envolvido. Com problemas investigativos e questões reflexivas, esperamos que os alunos tenham hipóteses e planos que auxiliem na resolução, bem como discutam sobre as ideias levantadas e outras questões controversas que possam surgir (SASSERON e CARVALHO, 2008, p. 7).

Conforme Carvalho (2006), uma atividade investigativa não se limita apenas a sugerir características de observação e manipulação de objetos por parte do aluno; ela exige seu envolvimento por meio de ações reflexivas, discursivas e explicativas. Além disso, como salienta Azevedo (2004, p.21), é crucial que uma atividade de investigação tenha significado para o aluno, de modo que ele compreenda os conceitos científicos que são utilizados para explicar determinado fenômeno. Proporcionando aos alunos a oportunidade de desenvolver pensamento crítico e reflexivo, construindo habilidades e competências essenciais para se tornarem cidadãos interativos com o mundo de maneira mais responsável e consciente.

Dessa maneira, surge como uma alternativa viável utilizar atividades de caráter investigativo no ensino de química. No qual, os fenômenos naturais são apresentados em um ambiente propício à curiosidade, estimulando o levantamento de hipóteses e a exploração de situações complexas. A abordagem investigativa não apenas promove a compreensão de conceitos químicos, mas também fomenta o pensamento crítico, a capacidade de investigação e o desenvolvimento de habilidades fundamentais para uma participação mais informada e engajada na sociedade.

A Sequência de Ensino Investigativo (SEI) é uma metodologia de ensino que implica em um conjunto de aulas interligadas, ordenadas e estruturadas, que possibilita a participação dos alunos de forma ativa nas atividades propostas para a aprendizagem de conceitos, habilidades e atitudes.

Desse modo, como bem aponta Carvalho (2013, p. 18):

[...] a proposta das SEIs está pautada na ideia de um ensino cujos objetivos concentram-se tanto no aprendizado dos conceitos, termos e noções científicas como no aprendizado de ações, atitudes e valores próprios da cultura científica.

Assim, o desenvolvimento do ensino de ciências será voltado para atender as necessidades do aluno, por meio da problematização com atividades diversificadas de acordo com o contexto em que o aluno está inserido, facilitando o processo de aprendizagem do conhecimento científico.

Como ressalta Carvalho (2013) não existe um modelo de ensino fixo, e sim uma série de atividades planejadas essenciais. Sendo essas atividades planejadas de maneira a estimular a investigação, a experimentação e a reflexão dos estudantes sobre conceitos científicos. É iniciada com a apresentação de um problema contextualizado, que desafia os estudantes a explorarem e compreenderem um determinado fenômeno. Com isso, os estudantes são incentivados a realizar experimentos, coletar dados, formular hipóteses e argumentar sobre suas descobertas. Neste processo, o professor atua como mediador, promovendo discussões e orientando os estudantes na construção do conhecimento.

Conforme mencionado, a experimentação pode ser integrada às atividades planejadas no ensino por investigação, constituindo aulas práticas que permitem aos alunos desenvolver uma ação intelectual, seguindo o modelo de ação-reflexão-ação (Carvalho, 1998). Essas aulas oferecem aos alunos a oportunidade de iniciar a compreensão dos conteúdos científicos por meio da participação ativa nas atividades e da reflexão em cada etapa do processo de aprendizagem.

Ademais, tem-se a experimentação, que vem sendo apresentada como estratégia didática no ensino por investigação, favorecendo um ambiente propício para explorar as dimensões teóricas, representacionais, e principalmente fenomenológicas do conhecimento científico (OLIVEIRA, 2010).

Como bem aponta Gonçalves (2019, p. 5), “as aulas experimentais são favoráveis para a construção da aprendizagem dos alunos, à formação de conceitos e pode despertar o interesse pela observação, investigação da natureza e até mesmo para a resolução de problemas”.

Entretanto, como ressalta Stuart e Marcondes (2009) seguir um procedimento experimental como uma receita de bolo, sem a discussão e a análise dos resultados obtidos, tem uma capacidade cognitiva limitada em relação ao objetivo do ensino de ciências. Isso ocorre, pois essas práticas experimentais reforçam a memorização e a repetição, sem promover uma compreensão mais profunda e reflexiva. Infelizmente, esse é o cenário encontrado, frequentemente, nas aulas de ciências ao se utilizar a experimentação, que sem reflexão na ação, só dá ênfase na repetição e memorização.

A utilização da experimentação investigativa, como ressalta Araújo e Abib (2003), pode contribuir para o desenvolvimento das habilidades de trabalho em grupo, observação, discussão e outras características fundamentais no processo de aprendizagem. Além disso, destaca-se a busca por explicações e respostas para os fenômenos desafiadores que prendem a atenção dos alunos, resultando em situações em que os resultados não são previsíveis.

Ressalta-se, portanto, que o aluno deve desempenhar o papel de sujeito ativo no processo de construção do conhecimento, ou seja, o aluno não é apenas um agente passivo de informações, mas o agente central que participa ativamente da construção dos saberes.

2.5. Uso de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação no Ensino de Química

Com a rápida evolução das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs), têm-se observado impactos significativos em diversos setores da sociedade, e a educação não escapa dessa transformação.

O uso dessas tecnologias tem se revelado fundamental como ferramentas e instrumentos importantes para aprimorar e inovar o processo de ensino e aprendizagem. Como bem apresenta Dornelas (2011), o uso de novas tecnologias como ferramentas pedagógicas garante um ensino, mas eficiente, proporcionando ao aluno e professor aprender e construir o conhecimento de forma mediada e interativa.

O avanço das tecnologias móveis, exemplificado pelos smartphones, tem possibilitado a expansão de diversas práticas relacionadas à aprendizagem móvel (MOURA, 2012). O uso dos smartphones tem transformado o ambiente escolar, em um espaço de aprendizado mais atrativo e motivador para os alunos. A integração desses dispositivos não apenas diversifica as abordagens pedagógicas, mas também proporciona uma experiência educacional mais envolvente, permitindo que os estudantes explorem conteúdos de forma interativa e estimulante. Essa mudança não apenas reflete uma adaptação ao mundo digital contemporâneo,

mas também reforça a ideia de que a tecnologia, quando utilizada de maneira consciente, pode potencializar o processo educacional, promovendo uma abordagem mais dinâmica e eficaz.

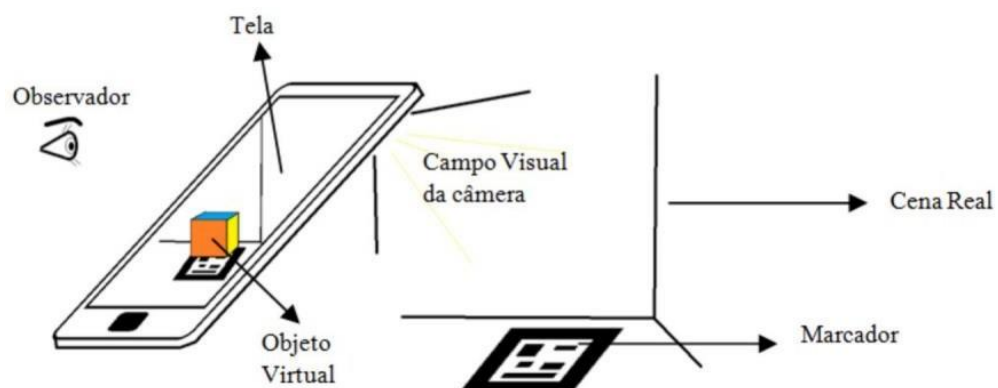
No entanto, se as tecnologias forem empregadas meramente para reproduzir o modelo tradicional de ensino, sem efetivamente proporcionar um ambiente educacional de aprendizagem, estarão, na realidade, apenas revestindo práticas antigas com ferramentas modernas. Como bem ressalta Moraes (1997), “o simples acesso à tecnologia, em si, não é o aspecto mais importante, mas sim, a criação de novos ambientes de aprendizagem e de novas dinâmicas sociais a partir do uso dessas novas ferramentas”.

A Realidade Aumenta (RA) surge por meio dos avanços da tecnologia, sendo uma tecnologia que possibilita a sobreposição de elementos virtuais sobre o ambiente físico, fazendo uso de técnicas computacionais (KINER e TORI 2006). A RA procura incluir elementos do mundo real com elementos virtuais, criando uma experiência interativa e envolvente. Essa tecnologia tem sido aplicada em diversas áreas, como por exemplo, na medicina, nos projetos da engenharia civil, no desenvolvimento de jogos, na educação, entre outras aplicações.

Segundo Rodrigues et al. (2010), essa aplicação opera capturando uma imagem através de uma câmera e, ao identificar um código conhecido previamente (marcadores), exhibe os objetos virtuais desejados.

A projeção do objeto é realizada por meio de um aplicativo instalado no *smartphone*, que detecta e acompanha os marcadores resultando na imagem que o observador visualiza (LEITE 2020). Como ilustrado na Figura 2.

Figura 2: Representação do funcionamento da RA em *smartphones*



Fonte: Macedo, Silva e Buriol (2016)

Com a aplicação da RA no campo da educação, beneficia no processo de ensino e aprendizagem por proporcionar uma nova forma de representação do conteúdo, principalmente no que se refere ao entendimento e compreensão de fenômenos a nível submicroscópico. Como bem aponta De Araújo (2009, p 28-30):

“esta tecnologia permite a partir da projeção de objetos ou de fenômenos inexistentes, uma maior interação entre o discente e o conteúdo exposto, possibilitando um melhor entendimento do que antes ficava apenas na imaginação, sem, contudo, necessitar de um amplo conhecimento da tecnologia, por parte do discente”.

A percepção que os alunos têm da Química sendo uma ciência complexa é minimizada a partir do momento que a RA como recurso “permite ao aluno inserir objetos virtuais representativos de átomos, moléculas, íons bem como animações envolvendo transformações químicas sobre objetos reais e ter uma melhor compreensão da constituição da matéria e das transformações sofridas pelos materiais a nível molecular” (CAI et al., 2014, p. 31-40).

A utilização RA no processo de ensino e aprendizagem destaca-se pela sua capacidade de proporcionar uma visualização envolvente em duas e três dimensões. Essa vantagem torna-se ainda mais relevante, uma vez que a tecnologia é compatível com sistemas Android, amplamente presentes nos *smartphones* utilizados pelos estudantes (LEITE 2020).

A incorporação da Realidade Aumentada (RA) como recurso pedagógico tem a capacidade de impulsionar o aprendizado dos alunos, ao mesmo tempo em que facilita um engajamento mais significativo (KERBER, 2020). Essa abordagem não apenas estimula a participação ativa dos alunos, mas também promove uma compreensão mais profunda e interativa, tornando-se, assim, uma alternativa altamente viável e eficaz para o ensino de química.

3. Objetivos

3.1. Objetivo geral

Produzir uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI), para o ensino médio, que abordará o conceito de densidade numa perspectiva macroscópica, submicroscópica e simbólica.

3.2. Objetivos específicos

- Compreender como funciona a simulação de densidade do sítio *PhET Interactive Simulations*¹ a fim de utilizá-la como recurso didático;

- Encontrar uma plataforma de criação de imagens de realidade aumentada.

4. Metodologia

Neste projeto, buscamos desenvolver uma proposta de ensino fundamentada em uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI) que aborda o conceito de densidade em uma perspectiva macroscópica, submicroscópica e simbólica. Inicialmente, fizemos uma revisão da literatura sobre o Ensino por Investigação e sobre a SEI. Em seguida, realizamos a seleção do conteúdo a ser abordado na sequência de ensino.

Após a seleção do conteúdo a ser abordado na sequência de ensino, dedicamo-nos a discutir as estratégias para contemplar cada perspectiva associada ao conceito de densidade. No que se refere à perspectiva macroscópica, consideramos inicialmente a realização de experimentos investigativos para analisar a densidade de substâncias e materiais em um recipiente com água. Essa abordagem permitiria aos alunos observarem a densidade desses materiais em comparação com a densidade da água. Contudo, ao ponderarmos sobre a viabilidade prática dessa abordagem, deparamo-nos com algumas dificuldades potenciais na implementação da prática experimental. Um exemplo seria a medição da densidade de um cubo de gelo, cuja massa poderia variar ao longo do tempo devido ao derretimento. Este é um dos desafios que poderíamos enfrentar. Nesse contexto, vimos a possibilidade de explorar o site PhET Colorado, com isso, identificamos uma seção dedicada ao conceito de densidade. Após realizar diversos testes nessa seção, concluímos que seria uma opção viável e acessível utilizar essa plataforma para abordar a perspectiva macroscópica da densidade na sequência de ensino.

Na perspectiva submicroscópica do tema decidimos utilizar alguma TDIC como recurso didático, assim, optamos em empregar a RA a fim de permitir a visualização bidimensional de simulações do comportamento de moléculas de água. Optamos por essa abordagem, devido ao interesse em explorar as diferenças de densidade da água nos estados físicos líquido e sólido, nos quais o comportamento não segue padrões convencionais, como o fenômeno do gelo flutuar a variação de densidade da água líquida em diferentes temperaturas. Todos esses fenômenos podem ser explicados pelo comportamento molecular e, neste caso, a RA pode ser usada para visualizar simulações deste comportamento, auxiliando na aprendizagem dos alunos.

Para o desenvolvimento da RA, no início deste projeto, optamos por criar um aplicativo para projetar simulações. Inicialmente, realizamos algumas pesquisas e identificamos a possibilidade de desenvolver o aplicativo utilizando o software Unity em conjunto com o site Vuforia (responsável por gerar uma licença para desenvolver o aplicativo para smartphones). Entretanto, deparamos com alguns problemas no processo de configuração do software Unity e outros relacionados à linguagem de programação. Nesse contexto, decidimos explorar outras abordagens para a geração de RA. Após várias buscas na internet, descobrimos o aplicativo e o site Magipix ². Nessa plataforma, é possível criar a RA, basta incluir uma imagem de referência, que será escaneada pela câmera do smartphone, e adicionar um vídeo relacionado, com uma simulação do comportamento das moléculas de água. Dessa forma, é possível proporcionar uma experiência envolvente de RA. Após alguns segundos, a RA gerada pode ser acessada por meio do aplicativo Magipix no smartphone. No entanto, é importante destacar que a utilização dessa plataforma envolve um custo de R\$10,00 (dez reais) por projeto de RA criado. Esse valor permite o acesso contínuo à RA por até 10 (dez) dispositivos de smartphone que possuam o aplicativo instalado. Considerando a questão do custo, pensamos que para minimizá-lo, podemos otimizar o uso da RA em atividades em grupo, assim, o professor poderá realizá-la em um número maior de salas. Nessa abordagem, cada grupo teria apenas uma pessoa utilizando a RA, tornando-se assim uma alternativa viável para implementar na sequência de ensino.

Após todo o processo de escolha e seleção dos recursos a serem utilizados na sequência de ensino, avançamos para a etapa de sua elaboração. Em um primeiro momento, focamos na elaboração da questão-problema, pois ela servirá como guia para as demais etapas da sequência. Inicialmente, criamos uma narrativa envolvendo um personagem que, ao se deparar com a situação de um cubo de gelo flutuando em um copo de água, questiona-se sobre o motivo desse fenômeno. No entanto, percebemos que essa abordagem talvez não fosse suficientemente atrativa, especialmente considerando que a sequência é voltada para o ensino médio. Diante disso, optamos por formular a questão-problema a partir de uma reportagem que aborda a formação de icebergs e sua conexão direta com o aquecimento global. Acreditamos que essa abordagem será mais pertinente e envolvente para o público-alvo da sequência de ensino.

Em seguida, a partir das etapas essenciais de uma SEI, estruturamos como cada recurso será utilizado em cada parte da sequência, ou seja, na parte de resolução do problema, sistematizações. Após, pensamos também na maneira de como contextualizar a sequência, que é uma das etapas fundamentais da SEI segundo nossos referenciais teóricos. Assim, contextualizaremos por meio do fenômeno natural conhecido como encontro das águas, encontro do rio Negro e Solimões, no qual é possível observar as águas dos dois rios não se misturam, um dos fatores é devido a diferença de densidade das águas. Acreditamos que esse exemplo de contextualização será viável de se utilizar.

Após, procedemos para a estruturação das etapas essenciais da SEI, delineando como cada recurso (RA e o PhET Colorado) será empregado na sequência. Além disso, dedicamos atenção à elaboração de estratégias para contextualizar a sequência, uma etapa fundamental da SEI de acordo com nossos referenciais teóricos. Optamos por contextualizar a sequência por meio de um vídeo do Youtube do canal Manual do Mundo o qual fala sobre o o fenômeno natural conhecido como o encontro das águas, que ocorre na confluência dos rios Negro e Solimões. Nesse fenômeno, é possível observar que os dois rios não se misturam, sendo um dos motivos a diferença de densidade entre as águas dos rios. Acreditamos que este exemplo de contextualização será eficaz e envolvente para a compreensão do conceito de densidade na sequência de ensino.

Ao concluir a elaboração da SEI, reconhecemos a importância de incorporar um momento anterior à SEI para abordar a compreensão e o entendimento dos alunos sobre o que é densidade. Desenvolvemos atividades inicialmente dedicadas a essa finalidade. Além disso, buscando também contemplar a perspectiva simbólica, optamos por incluir atividades que ajudem no entendimento conceitual e matemático da fórmula $d = m/v$.

Com a estruturação desta SEI, almejamos atingir o objetivo principal de abordar o conceito de densidade numa perspectiva macroscópica, submicroscópica e simbólica. Por meio desta sequência, espera-se que os estudantes não apenas compreendam o fenômeno, mas também sejam capazes de relacioná-lo com situações presentes no cotidiano de maneira ativa e investigativa. Além disso, esperamos que os recursos didático-pedagógicos empregados, como a Realidade Aumentada (RA) e o PhET Colorado, contribuam significativamente para a compreensão do conceito de densidade dos estudantes.

5.1. Informações gerais sobre a SEI

- **Título:** Uma Jornada Investigativa sobre a densidade de substâncias e materiais
- **Duração:** Aproximadamente seis aulas de cinquenta minutos cada.
- **Público alvo:** Ensino Médio
- **Habilidades da BNCC:** EF05CI01
- **Materiais necessários:**
 - Projetor multimídia
 - Notebook
 - *Smartphone*
 - Água
 - Termômetro
 - Erlenmeyer
 - Impressão das imagens referências.
 - Ebulidor
 - Corante azul e vermelho
 - Impressão do texto para contextualização.
 - Impressão da história em quadrinhos

Quadro 1: Quadro de informações sobre o número de aulas, objetivos e materiais da SEI.

| Momentos | Aulas | Objetivos | Materiais |
|------------------|--|--|---|
| Momento 1 | Aula 01 – Densidade dos materiais | Introdução investigativa ao conceito de densidade por meio da plataforma educativa PhET Colorado. | Notebook ou computador conectado ao projetor. |
| | Cálculo da Densidade | Promover a compreensão dos estudantes sobre a relação entre massa e volume, que define a densidade, por meio de formulas e de cálculos. Além | Notebook ou computador conectado ao projetor. |

| | | | |
|------------------|---|--|---|
| | | disso, enfatizar a ideia de que a densidade é uma característica de cada material ou elemento. | |
| | Atividade de Identificar o material a partir de sua densidade | Instruir os estudantes a calcular a densidade de materiais e/ou substâncias que não estão identificados. Após determinar a densidade, os estudantes poderão consultar uma tabela de referência para identificar de qual material ou substância se trata, preenchendo a tabela da atividade. | Notebook ou computador conectado ao projetor. |
| Momento 2 | Aula 02 -Proposição do problema e Questão Problema. | Apresentar um problema contextualizado por meio de uma reportagem, que fala sobre a formação de icebergs e sua relação. Em seguida, introduzir a questão problema (Por que os icebergs, como o iceberg A-46 citado na reportagem, não afundam completamente na água, mesmo sendo tão pesados, mas permanecem flutuando?) que guiará toda a sequência didática. | Reportagem impressa. |
| | Resolução do problema | Realizar simulações por meio do site educativo PhET Colorado para auxiliar os | Notebook ou computador conectado ao projetor. |

| | | | |
|--|--|---|--|
| | | estudantes na formulação e estruturação de suas hipóteses sobre a questão-problema apresentada. | |
| | Aula 03 - Sistematização Parte 1 | Instruir os estudantes a instalarem e configurarem o aplicativo de RA. Posteriormente, promover uma reflexão que permita aos estudantes a estabelecer uma conexão entre a organização molecular e o movimento cinético das moléculas, relacionando esses aspectos com a densidade da água nos estados sólido e líquido. | <i>Smartphones</i> com o aplicativo Magipix instalado e configurado. Imagens referências 1 e 2 impressas. |
| | Sistematização do Conhecimento Parte – 1 | Consolidar, de maneira investigativa e participativa, o conceito científico da densidade da água nos estados sólido e líquido, retomando as projeções da RA, como ferramenta explicativa. Além disso, estabelecer uma conexão direta entre a fundamentação teórica abordada e a questão-problema proposta. | <i>Smartphones</i> com o aplicativo Magipix. |
| | | | Experimentação: 4 erlenmeyers (200 |

| | | | |
|--|---|--|---|
| | Aula 04 – Sistematização parte 2. | Orientar os estudantes durante a realização do experimento e a utilização da RA. | mL); corante vermelho e azul; água quente e fria; imagens referência 3 e 4 impressas. <i>Smartphones</i> com aplicativo Magipix. |
| | Aula 05 – Sistematização do Conhecimento parte 2. | Promover uma discussão em sala de aula a partir das respostas dos estudantes fornecidas por eles na atividade anterior, que se tratava do motivo da água apresentar densidades distintas em diferentes temperaturas. Retomar durante as discussões, as projeções da RA e os resultados observados durante a experimentação para auxiliar na argumentação dos estudantes. | <i>Smartphones</i> com o aplicativo Magipix. |
| | Contextualização | Apresentar aos estudantes, de forma contextualizada, o fenômeno natural do encontro das águas, destacando sua relação com as variações de densidade da água de acordo | Notebook ou computador conectado ao projetor. |

| | | | |
|--|----------------------------------|--|---|
| | | com a temperatura em que se encontra. | |
| | Aula 06 – Avaliação Final | Avaliar, por meio de uma história em quadrinhos, se os estudantes compreenderam de forma efetiva todos os conceitos científicos discutidos ao longo da sequência didática. | Impressão da atividade avaliativa final |

5.2. Detalhamento das fases da SEI

5.2.1. Momento 1

A primeira etapa da sequência de ensino tem como objetivo proporcionar aos estudantes uma compreensão inicial do conceito de densidade. Para atingir esse objetivo, serão realizadas simulações no site educacional PhET Colorado, utilizando diferentes materiais e substâncias, a fim de observar seu comportamento em um tanque de água virtual, determinando se eles flutuam ou afundam. Por meio dessa abordagem, será introduzida a parte conceitual da densidade, destacando-se a relação matemática $d=m/v$, em que d = densidade, m = massa e v =volume.

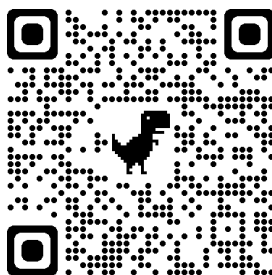
5.2.2 Aula 01

Densidade dos materiais

Inicialmente, oriente os estudantes a responderem de maneira escrita e oral, em uma folha, as seguintes perguntas:

- Por que alguns objetos flutuam em água e outros afundam?
- Você sabe o que é densidade? Qual a sua relação com a flutuação de objetos em água?
- Se você tiver um bloco de alumínio e um bloco de madeira, do mesmo tamanho, como poderá descobrir qual deles tem maior densidade? Justifique sua resposta.
- Qual material apresenta maior densidade a madeira ou o isopor? Justifique sua resposta.
- Qual material apresenta maior densidade, o alumínio ou tijolo? Justifique sua resposta.

Após os estudantes responderem às perguntas, utilize o projetor multimídia conectado ao notebook ou computador para exibir o site *PhET Colorado*, por meio do link fornecido ou do *QR-Code* abaixo:



Link: <https://encurtador.com.br/nBITU>

Ao acessar a simulação denominada de Densidade, dirija-se à seção de introdução. Nessa seção você irá se deparar com bloco de madeira dentro da água. Clique na imagem que contém um bloco vermelho e azul que fica ao lado do tanque água. Dessa forma, você poderá fazer simulações com dois tipos de materiais ou substâncias. Além disso, quando for realizar a simulação clique no sinal de menos à frente da palavra densidade, isto impedirá que os alunos visualizem a densidade das substâncias e materiais. No canto direito da simulação você pode variar as substâncias e matérias que serão utilizados, bem como sua massa e volume. Atenção, pois, a simulação usa valores reais e ao variar a massa automaticamente o volume varia, o mesmo ocorre se variarmos o volume.

Conduza as simulações apresentadas nas questões C, D e E e incentive os alunos a compartilhar e discutir suas respostas para ver se são consistentes com as observações feitas durante as simulações. Informe aos alunos que os valores de massa e volume das substâncias e materiais na simulação são valores reais. Mostre aos estudantes, por meio das simulações, que ao variar a massa do bloco de madeira o seu volume também irá variar, o mesmo ocorre com bloco de alumínio.

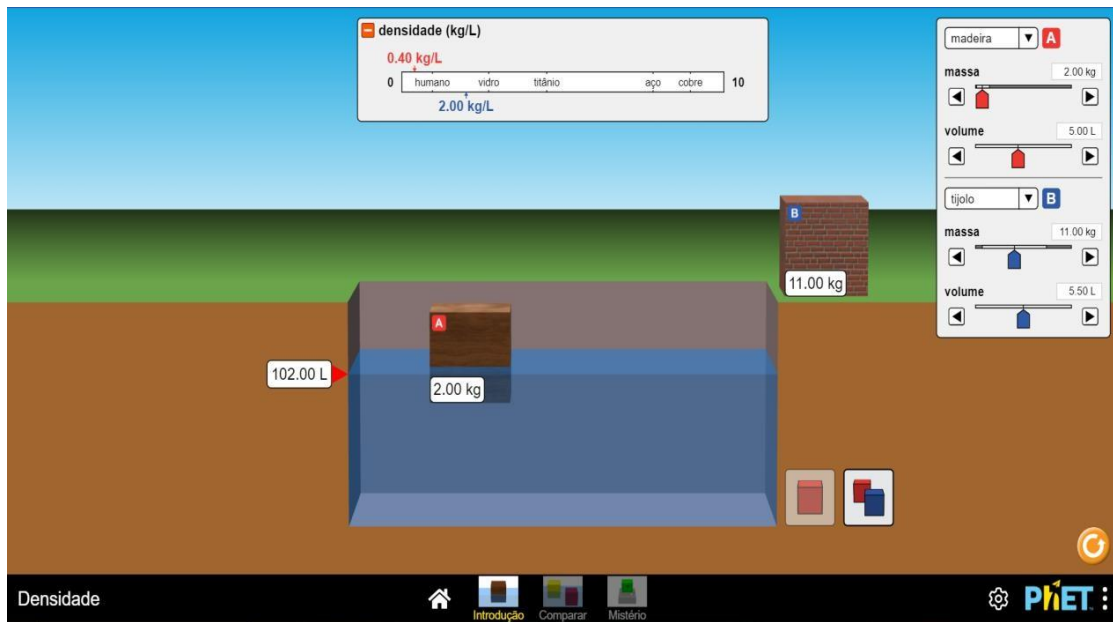


Figura 3: Imagem da tela do site PhET Colorado, simulando a densidade do bloco de madeira em um tanque de água

Cálculos da Densidade

Faça uma simulação em que a massa da madeira e do alumínio são iguais a 2,70 kg, neste momento chame a atenção dos alunos para diferença de volume dos blocos que apresentam mesma massa.

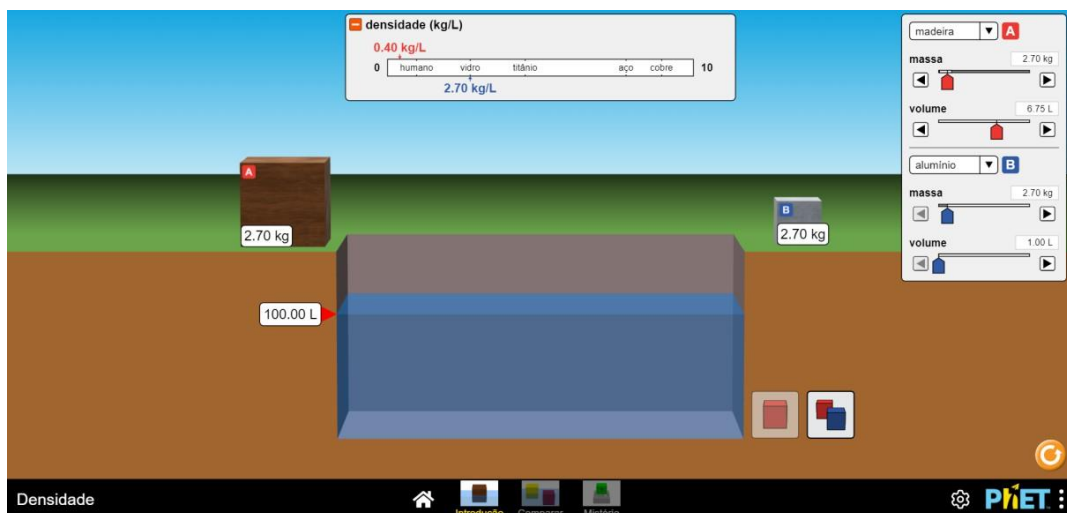


Figura 4: Imagem da tela do site PhET Colorado, simulando um bloco de madeira e o outro de alumínio, ambos com massa correspondente a 2,7 Kg.

Nesta etapa da sequência, será realizada uma atividade com o objetivo de permitir que os estudantes identifiquem a relação matemática existente entre massa e volume, resultando na determinação da densidade. Dessa forma, espera-se que os alunos sejam capazes de deduzir a fórmula matemática da densidade, e também possam perceber que o valor específico da densidade é uma característica intrínseca de cada material ou substância.

Solicite aos estudantes que realizem os cálculos com base nas simulações realizadas na plataforma, utilizando os valores de massa e volume fornecidos no Quadro 2.

Quadro 2: Valores de massa e volume do alumínio e da madeira para primeira etapa do cálculo.

| | Massa (m) | Volume (v) |
|--------------|-----------|------------|
| Alumínio (y) | 13,5 Kg | 5,0 L |
| Madeira (x) | 2,0 Kg | 5,0 L |

Cálculos que devem ser feitos pelos estudantes:

- Para Madeira:

$$X = m \cdot v$$

$$X = m / v$$

- Para Alumínio:

$$Y = m \cdot v$$

$$Y = m / v$$

Após os estudantes concluírem os cálculos, modifique a massa da madeira para 4,0 Kg e a do alumínio para 27,0 Kg. Instrua os alunos a repetirem os cálculos com as equações, ajustando os valores de massa e volume conforme indicado no Quadro 3.

Quadro 3: Valores de massa e volume do alumínio e da madeira para segunda etapa do cálculo

| | Massa (m) | Volume (v) |
|----------|-----------|------------|
| Alumínio | 27,0 Kg | 10,0 L |
| Madeira | 4,00 Kg | 10,0 L |

- Para Madeira:

$$X = m \cdot v$$

$$X = m / v$$

- Para Alumínio:

$$Y = m \cdot v$$

$$Y = m / v$$

Faça as seguintes perguntas para os estudantes:

- Ao realizar os cálculos com os valores dos dois quadros, o que vocês perceberam?
- Qual valor de Y obtido nos cálculos poderia ser usado para identificar o alumínio? Por quê?
- Qual valor de x obtido nos cálculos poderia ser usado para identificar a madeira? Por quê?

Neste caso, os valores de Y serão iguais quando os estudantes usarem a expressão $Y = m/v$, nas duas condições mostradas no Quadro 2e 3, o mesmo acontece para os valores de X. A discussão deve resultar para o reconhecimento de que estes valores iguais servem para identificar o alumínio, bem como, a madeira.

- Quem apresenta maior massa por unidade de volume?
- Há alguma relação entre ter maior massa por volume com a observação de que o alumínio afunda em água e a madeira flutua?

Nesse momento retome com os estudantes a simulação do comportamento do alumínio e da madeira na água.

Nessa etapa da atividade esperamos ter possibilitado aos estudantes a compreensão de que a densidade é uma propriedade intensiva que auxilia na caracterização de matérias e substâncias.

Adicionalmente, informe aos estudantes que a densidade da água é igual a 1,0 Kg/L. Pergunte se eles conseguem usar os valores de densidade para prever se um objeto afunda ou não na água.

Espera-se que os estudantes concluam que materiais e substâncias com densidade inferior a 1,0 kg/L tenderão a flutuar na água, enquanto aqueles com densidade superior a este valor irão afundar.

Identifique o material a partir de sua densidade

A seguir, entre na seção mistério da página, fim de que os alunos possam estimar a densidade dos materiais. Estes estão na forma de quatro blocos identificados por um número e uma letra numeradas com uma letra, representando diferentes materiais ou substâncias.

Utilize a balança situada à esquerda da página para determinar a massa de cada bloco, para isso selecione e arraste cada bloco para cima da balança para conseguir o valor da respectiva massa do bloco. Para obter o volume do bloco, selecione e arraste o bloco para dentro do reservatório de água, o volume será determinado a partir do volume deslocado de água no reservatório. Com esses dados, os estudantes poderão calcular a densidade de cada bloco.

A tabela informando o material ou substância e sua respectiva densidade deve ser mantida minimizada inicialmente, clicando no sinal de negativo (-) em sua parte superior, para que os estudantes foquem em calcular a densidade do bloco. Em seguida, expanda tabela, clicando no sinal de positivo (+), quando os cálculos das densidades dos blocos forem concluídos.

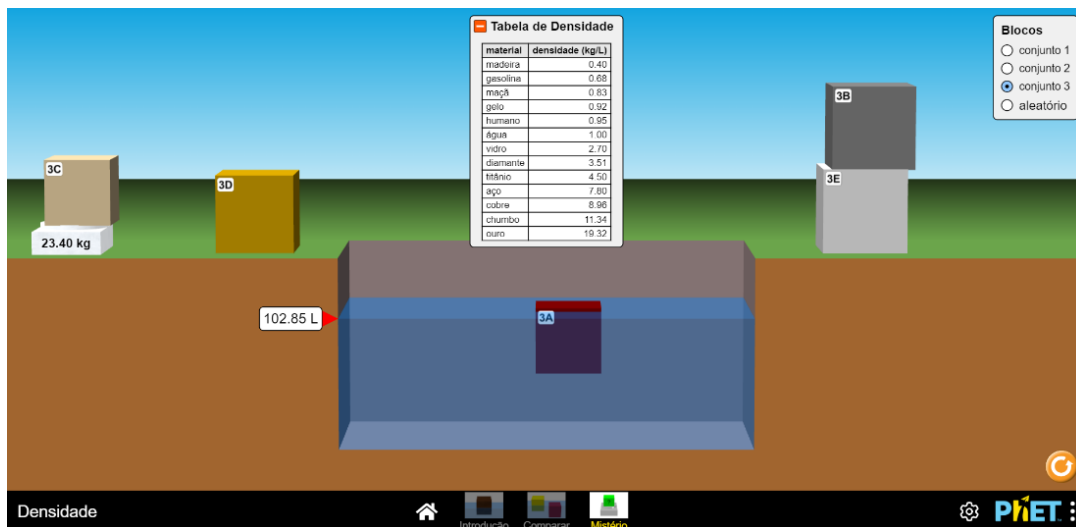


Figura 4: Imagem da tela do site PhET Colorado, simulando a identificação da densidade de blocos não identificados a partir dos valores de massa e do volume deslocado.

Forneça o Quadro 4 aos estudantes e solicite que o preencham com a densidade dos blocos testados. Para isto, os estudantes devem utilizar os dados da tabela de referência fornecida na simulação de densidade.

Quadro 4: Classificação do material do bloco e a correspondente densidade em kg/L.

| Sólidos / Blocos | Densidade (Kg/L) | Material |
|------------------|------------------|----------|
| 1A | | |
| 1B | | |
| 1C | | |
| 1D | | |
| 1E | | |

A finalidade desta atividade é reforçar a informação de que os materiais e substâncias possuem valores de densidade que podem ser utilizados para auxiliar na sua caracterização.

5.2.3. Momento 2

Na segunda parte da sequência, as atividades exploram o comportamento anômalo da água, oferecendo um aprofundamento na compreensão do comportamento cinético das moléculas de água em nível submicroscópico, particularmente nos estados líquido e sólido.

5.2.4. Aula 2

Proposição do Problema

Nesta etapa da sequência, será apresentada uma situação-problema no formato de uma reportagem, seguida de uma questão que orientará todo o restante da sequência de ensino. Essa questão está diretamente relacionada à reportagem que discute a formação de icebergs e seu potencial relação com o aquecimento global.

Organize os estudantes em grupos e distribua as folhas com a reportagem impressa para cada grupo. Solicite que um estudante de cada grupo leia um parágrafo da reportagem em voz alta.

Reportagem:

Iceberg colossal na Antártica indica impacto do aquecimento global

Com cerca de 170 quilômetros de comprimento e 25 quilômetros de largura, o bloco de gelo equivale a três vezes o tamanho da cidade de São Paulo.

Capazes de esquadrihar cantos praticamente esquecidos do globo, as imagens colhidas do espaço costumam revelar momentos grandiosos mesmo nos cantos mais inóspitos de um continente caracterizado pelo isolamento, um feito impossível sem os recursos da tecnologia. Em meados de maio, o satélite Sentinel-1, do programa de observação da Agência Espacial Europeia (ESA), registrou um evento de proporções épicas: o nascimento do iceberg A-76, imediatamente alçado à condição de maior iceberg já identificado no mundo. Com cerca de 170 quilômetros de comprimento e 25 quilômetros de largura, o A-76 equivale a três vezes o tamanho da cidade de São Paulo. O enorme bloco de gelo se desprende da plataforma Filchner-Ronne, a segunda maior do continente, e agora flutua nas águas congelantes do Mar de Weddell, no Atlântico Sul. Impressionante e pouco usual, o desprendimento da massa de gelo, em si, não teve uma causa específica. Mas acabou trazendo à tona importantes pontos de preocupação com as consequências do processo de aquecimento global atualmente em curso no planeta.

A formação de *icebergs* é um processo natural. No caso da Antártica, a neve se acumula constantemente no interior do continente e, com o passar do tempo, se transforma em gelo, que flui em direção à costa. Ao chegar perto da costa, o gelo flutua compondo plataformas — enormes áreas de gelo quase plano e com espessura entre 300 e 1 600 metros. De tempos em tempos, por influência das marés e do gelo que flui do interior para a costa, segmentos dessas plataformas se quebram e formam os *icebergs*. Assim como diversos ciclos da natureza que sofreram alterações por causa das mudanças climáticas — como o intervalo entre períodos de chuva e de estiagem —, a formação de *icebergs* pode ser vulnerável aos impactos causados no meio ambiente. “A grande questão para os cientistas que trabalham com glaciologia é compreender se há maior frequência nos desprendimentos, o que pode levar à diminuição do manto de gelo da Antártica”, diz o glaciologista Jefferson Simões Cardia, coordenador-geral do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia da Criosfera (INCT da Criosfera), que monitora e faz estudos, no Brasil, sobre o manto de gelo da Antártica.

Ao contrário do que o senso comum leva a crer, os grandes *icebergs* têm pouco impacto no aumento do nível do mar ou representam um risco à navegação moderna, como acontecia

nos tempos do naufrágio do Titanic. Mas o ritmo em que os desprendimentos ocorrem começa a ser percebido como parte de um processo mais amplo de mudanças climáticas. Especialistas afirmam que a variação de temperatura decorrente do aquecimento global pode levar à diminuição da espessura da plataforma de gelo da região costeira, o que aumenta as chances de fissuras e de desprendimento de grandes blocos de gelo.

Nos últimos setenta anos, a Península Antártica foi uma das regiões que mais se aqueceram no planeta, com um aumento de 3 graus na temperatura. Em comparação com outras partes do mundo, a variação equivale a cinco vezes a média global. O clima cada vez mais quente impacta na retração de geleiras, esse sim um fenômeno altamente preocupante diretamente ligado ao aumento do nível do mar. O clima cada vez mais quente impacta na retração de geleiras, esse sim um fenômeno altamente preocupante diretamente ligado ao aumento do nível do mar. Desde 1950 houve perda de 25 000 quilômetros quadrados das plataformas de gelo. “Vimos sinais claros das mudanças do clima na Antártica. Na Península, cerca de 90% das geleiras diminuíram de tamanho e colaboram com o aumento do nível do mar”, explica Cardia. Além de alterar a configuração física e geográfica, a mudança de temperatura afeta o ecossistema e a biodiversidade que dependem do equilíbrio ambiental. “A mudança do hábitat contribui para a falta de alimentos, de refúgios e pode mudar toda a dinâmica de espécies migratórias, como as baleias. A perda é inestimável”, disse Janaína Bumbeer, bióloga marinha e especialista em Conservação da Biodiversidade da Fundação Grupo Boticário.



Figura 5: TERRA DE GIGANTES - Iceberg nos arredores do continente gelado (foto maior) e a imagem que mostra o desprendimento do A-76: fenômenos naturais sob escrutínio dos cientistas - Konrad Steffen/University of Colorado/.)

Fonte da reportagem: <https://encurtador.com.br/efCH4>

Após a leitura da reportagem, distribua aos estudantes uma folha com a questão problema e solicite que a respondam.

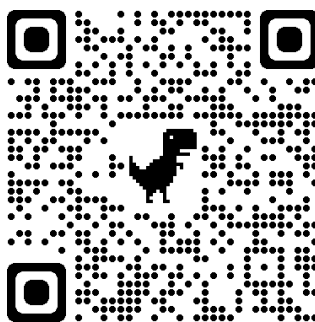
Questão problema

Por que os icebergs, como o A-76 citado na reportagem, não afundam completamente na água, mesmo sendo tão pesados, mas permanecem flutuando?

Resolução do Problema

Após os estudantes responderem à questão problema, será realizada as demais atividades propostas pela sequência de ensino.

Será necessário novamente utilizar o projetor de multimídia conectado ao notebook, afim de projetar o site *PhET Colorado*, pode ser acessado com link abaixo ou pelo QR-Code.



Link: <https://encurtador.com.br/oxB37>

No site, navegue até a seção "Introdução". Na parte inferior à direita do tanque de água, clique no ícone representado por dois cubos (um vermelho e um azul). Em seguida, para escolher o tipo de material a ser simulado, no canto superior direito, clique no item "A" e selecione "gelo". Repita o mesmo procedimento para o item "B". Para realizar as simulações, no canto superior direito, logo abaixo dos itens "A" e "B", existem duas barras móveis. Ao clicar e manter pressionado, é possível variar ou alterar a massa e o volume dos cubos de gelo.

Realize diversas simulações, variando a massa e o volume dos cubos de gelo. Informe aos estudantes que o cubo de gelo servirá como representação do iceberg mencionado na reportagem. Peça aos alunos para registrarem as massas e volumes de cada simulação realizada. Posteriormente, oriente-os a calcular a densidade de cada cubo de gelo.

Observe que os valores de densidade serão consistentes em todas as simulações, uma vez que se refere ao gelo. Evite informar isso aos estudantes, aguarde que eles identifiquem essa relação por conta própria.

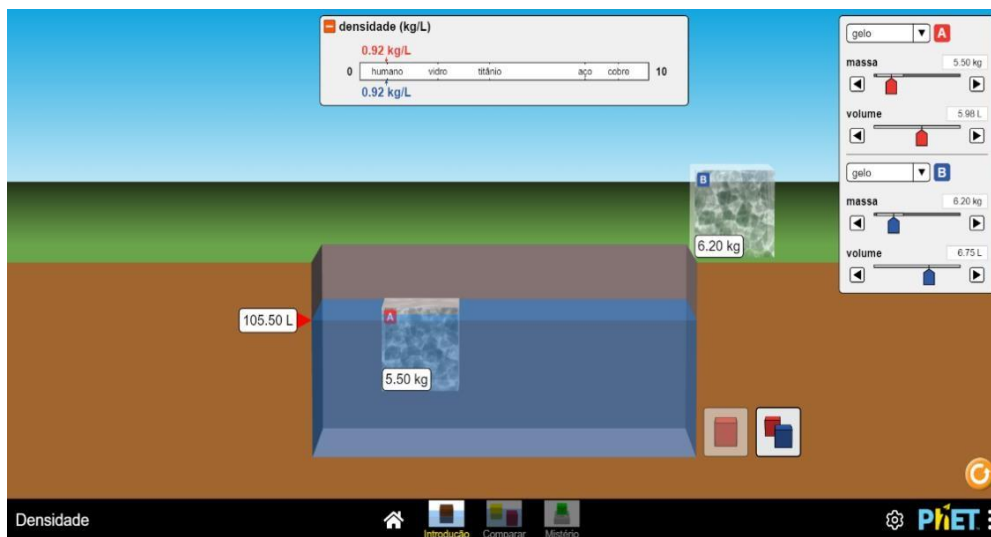


Figura 6: Imagem da tela do site PhET Colorado, simulando o fenômeno do cubo de gelo em um tanque de água

A seguir, solicite aos estudantes que elaborem novas explicações sobre o motivo pelo qual o gelo flutua na água, considerando as simulações observadas *no PhET Colorado*.

5.2.5. Aula 3

Sistematização (Parte – 1)

Nesse momento da sequência é necessário realizar algumas mudanças na organização da sala de aula:

- Deve-se separar os estudantes em grupos.
- Pelo menos um integrante do grupo deve ter acesso a um *smartphone*.

Nesta etapa, será utilizado o aplicativo Magipix (<https://web.magipix.app/>) para projetar Realidade Aumentada nos smartphones. Por meio desse aplicativo, os estudantes terão a oportunidade de observar representações em realidade aumentada que simulam o modelo cinético molecular da água em diferentes estados físicos.

Para isso, siga as instruções no link abaixo para criar e utilizar RA no site e no aplicativo:

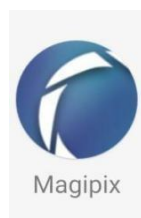
https://web.magipix.app/home_instructions

Após realizar a organização da sala, solicite aos estudantes que têm acesso ao smartphone, que sigam o passo a passo de instalação e configuração do aplicativo (Magipix) que será utilizado nessa parte da sequência, conforme as instruções abaixo:

Instruções para Instalação e Configuração do Aplicativo MAGIPIX

Para instalar e configurar o aplicativo MAGIPIX em seu smartphone, siga as etapas abaixo:

1. Acesse a Play Store e procure por "Magipix". O aplicativo é identificado pelo ícone apresentado abaixo.



2. Clique em "Instalar" para baixar e instalar o aplicativo em seu dispositivo.
3. Após a conclusão da instalação, abra o aplicativo e siga as instruções iniciais apresentadas na tela.
4. Na tela principal, selecione a opção "Novo Projeto".
5. Para conectar-se à realidade aumentada, você tem duas opções:
 - Escanear o QR-code fornecido.
 - Digitar o código: **luc-d005fe**.

Escolha uma das opções para acessar o projeto de realidade aumentada em seu smartphone.



Para utilizar o aplicativo:

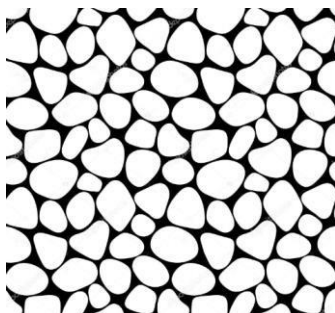
A

1. Selecione o projeto previamente configurado.
2. Direcione a câmera do seu smartphone para a imagem de referência fornecida.
3. Observe a projeção da realidade aumentada sendo exibida em seu dispositivo.

Instrua os estudantes a escanear as imagens de referência utilizando o aplicativo instalado (MAGIPIX), uma imagem de cada vez, para visualizar o modelo representacional do comportamento das moléculas de água em cada estado.

É importante não informar aos estudantes qual estado físico está sendo representado em cada imagem de referência, permita que eles estabeleçam essa relação por si mesmos a partir de perguntas que serão apresentadas a seguir.

Imagens referência:



Imagens referência 1: RA da simulação das moléculas de água no estado sólido



Imagens referência 2: RA da simulação das moléculas de água no estado líquido

Após observarem, por meio da realidade aumentada, os movimentos cinéticos das moléculas de água nos estados líquido e sólido, os estudantes serão apresentados a algumas perguntas. Peça que respondam individualmente, registrando suas respostas em uma folha separada.

- Relacione qual projeção de realidade aumentada no smartphone representa o estado físico da água no estado sólido? E qual representa a água no estado líquido? Justifique sua resposta.
- Com base nas representações observadas, explique, utilizando desenhos, em nível submicroscópico, para descrever por que o gelo ou um iceberg flutua na água.

Observe se os estudantes conseguem estabelecer a conexão entre o comportamento molecular cinético representado pela Realidade Aumentada e o que está ocorrendo durante o fenômeno, ou seja, o gelo ser menos denso do que a água líquida.

Explicação Teórica da Sistematização - 1

Nesta etapa da sequência, revisitar-se-á o fenômeno do iceberg flutuando no oceano por meio de uma explanação teórica. Durante essa abordagem, serão recapitulados todos os recursos e momentos trabalhados até o momento na sequência, como o uso do *PhET Colorado* e da realidade aumentada. A explicação será conduzida de forma interativa, incentivando os estudantes a relembrem suas hipóteses iniciais e a refletirem sobre suas reformulações,

verificando se alcançaram uma compreensão mais profunda do fenômeno. Esperando-se que os estudantes sejam capazes de compreender o conceito científico para explicar o fenômeno.

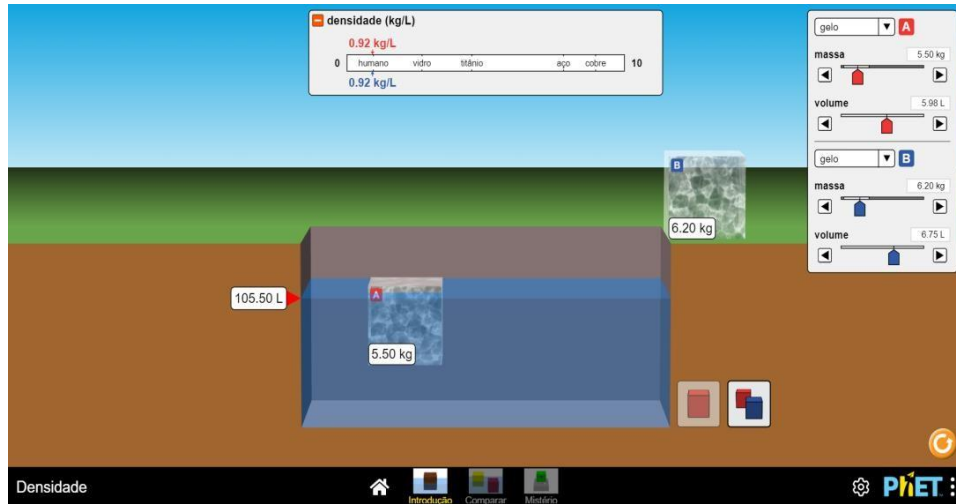


Figura 7: Imagem da tela do site PhET Colorado, simulando o fenômeno do cubo de gelo em um tanque de água



Figura 8: Imagem da projeção da RA das moléculas de água no estado líquido

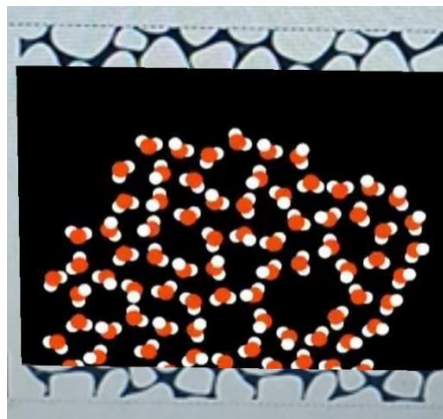


Figura 9: Imagem da projeção da RA das moléculas de água no estado sólido

5.2.6 Aula 4

Sistematização (Parte - 2)

Nesta etapa da sequência, exploraremos a variação da densidade da água em diferentes temperaturas no estado líquido. Para isso, será proposta a realização de um experimento investigativo.

Divida os estudantes em grupos. Em seguida, forneça a cada grupo os seguintes materiais:

- 4 Erlenmeyer de 200 mL
- 1 corante da cor azul e outro da cor vermelha
- Água (quente) e água (fria)
- Termômetro
- Imagens referências 3 e 4



Imagem referência 3: Representação molecular da água a 70°C



Imagem referência 4: Representação molecular da água a 25°C

Após a distribuição dos materiais, instrua os estudantes a seguir os procedimentos detalhados a seguir:

- I. Medir e registrar a temperatura de cada amostra de água disponível. Em seguida, despejar água quente em dois Erlenmeyer e água fria nos outros dois.
- II. Adicionar corante vermelho nos Erlenmeyer com água quente e corante azul nos que contêm água fria.
- III. Em seguida, selecionar dois Erlenmeyer contendo água a diferentes temperaturas. Manter sobre a mesa o Erlenmeyer com água fria e, em seguida, virar cuidadosamente o Erlenmeyer com quente sobre o primeiro. Observar o que acontece e fazer anotações.
- IV. Repetir o procedimento descrito acima, invertendo a ordem dos Erlenmeyer, com o Erlenmeyer contendo água quente embaixo e o de água fria por cima. Novamente, observar e fazer anotações sobre o que ocorreu.

Após a conclusão do experimento, retome o uso do aplicativo de realidade aumentada Magipix. Certifique-se de que, em cada grupo, pelo menos um dos estudantes tenha o aplicativo instalado, conforme indicado na etapa anterior da sequência de ensino.

Oriente os estudantes a escanear as imagens de referência fornecidas juntamente com os materiais do experimento, observando as representações projetadas no smartphone para cada imagem.

Posteriormente, peça que os estudantes respondam, por escrito e através de desenhos, às seguintes questões:

- O que vocês observaram ao misturar água quente sobre água fria durante o experimento? E quais são as observações ao misturar água fria sobre água quente?
- Vocês observaram alguma diferença entre as representações do comportamento das moléculas de água visualizadas nas imagens referência 3 e 4?
- Qual representação das moléculas de água, visualizadas pelas imagens referência, se refere à água quente e à água fria.

- Com base nas observações experimentais e nas representações visualizadas no celular, identifique qual água, ou seja, quente ou fria, apresenta maior densidade? Justifique sua resposta.

5.2.7 Aula 5

Explicação Teórica da Sistematização - 2

Nesta etapa, abordaremos a explicação teórica acerca do fenômeno pelo qual a água apresenta diferentes densidades em função da temperatura. Essa exposição se baseará nas indagações previamente levantadas e nas contribuições dos alunos, visando consolidar conceitos científicos fundamentais relacionados ao tema.

Durante a explicação, é crucial estabelecer uma ponte entre o aspecto macroscópico, observável experimentalmente, e as representações submicroscópicas visualizadas pelos estudantes por meio da realidade aumentada. Ao promover tais transições didáticas, proporcionaremos aos alunos uma compreensão mais profunda e integrada do fenômeno abordado.



Figura 10: Imagem da projeção da RA das moléculas de água em temperatura mais alta.



Figura 11: Imagem da projeção da RA das moléculas de água em temperatura menor.

Contextualização

Nesta etapa da sequência didática, abordaremos o fenômeno da água apresentando distintas densidades em variadas temperaturas. Para ilustrar e contextualizar esse fenômeno, utilizaremos como exemplo o fenômeno natural observado em Manaus, conhecido como "encontro das águas". Este fenômeno ocorre no ponto de confluência entre o rio Negro e o rio Solimões, onde as águas de diferentes densidades e características não se misturam imediatamente, proporcionando um espetáculo visual impressionante. Para essa contextualização, será necessário a exibição do vídeo educativo disponível no YouTube, produzido pelo canal "Manual do Mundo".

Para acessá-lo e apresentar para os estudantes, é necessário dispor de um notebook ou computador e um projetor. O vídeo será disponibilizado por meio de um link e também por um QR code, facilitando o acesso direto à plataforma.





Link: <https://youtu.be/9r8qXlkFYaw>

Após a exibição do vídeo, distribua aos estudantes uma folha impressa contendo as questões listadas abaixo. Após todos os alunos responderem, promova uma discussão em sala para analisar e debater as respostas fornecidas pelos estudantes.

- - Como você descreveria e ilustraria o movimento cinético molecular da água do Rio Negro e Rio Solimões, considerando as diferenças de temperatura entre os dois rios?

- - Quais os fatores que fazem com que as águas do Rio Solimões e do Rio Negro não se misturem?

5.2.8. Aula 6

Avaliação Final

Nesta etapa, será realizada a atividade de avaliação final, cujo objetivo é avaliar se os estudantes compreenderam os fenômenos químicos abordados ao longo da sequência de ensino. Para essa avaliação, será utilizada uma história em quadrinhos com diálogos entre Rafael e sua mãe, Ana. No enredo, Ana, mãe de Rafael, questiona por que um iceberg, mesmo sendo tão pesado, não afunda completamente no mar. A partir desse questionamento, os estudantes devem se colocar no lugar de Rafael e explicar para Ana o motivo desse fenômeno ocorrer.

Distribua aos estudantes uma folha impressa contendo a história em quadrinhos juntamente com as perguntas relacionadas.

Atividade avaliativa final:

Abaixo a um pequeno diálogo entre Rafael e sua mãe Ana. Leiam com atenção.



Você será o Rafael nesse pequeno diálogo. Abaixo escreva e desenhe como você explicaria para Ana “por que o iceberg flutua no oceano?”.

(Utilize desenhos, modelos e exemplos do dia a dia para explicar os fenômenos a nível macroscópico e submicroscópico).

5. Considerações Finais

O presente trabalho destaca a importância de posicionar o estudante como protagonista no processo de ensino e aprendizagem. A reflexão sobre a centralidade do aluno torna-se crucial, considerando as críticas ao ensino tradicionalista sendo o responsável pelo desinteresse e passividade durante as aulas. A necessidade de transformar o ensino em um processo mais interativo e envolvente emerge como prioridade, visando tornar a aprendizagem mais significativa.

A introdução de metodologias de ensino, como SEI, pode ser uma estratégia para transformar o ambiente educacional em um espaço mais ativo e estimulante durante o processo de ensino e aprendizagem, especialmente no ensino de química.

Chamamos a atenção que, para realizar uma atividade coerente com a abordagem do Ensino por Investigação, não basta simplesmente ter uma Sequência de Ensino Investigativo. O professor deve compreender a proposta dessa abordagem, a fim de proporcionar ao estudante

autonomia na proposição de hipóteses e explicações. Nesse sentido, concordamos com Carvalho (2018) quando:

Define o ensino por investigação como o ensino dos conteúdos programáticos em que o professor cria condições em sua sala de aula para que os alunos pensem, levando em conta a estrutura do conhecimento; falem, evidenciando seus argumentos e conhecimentos construídos; leiam, entendendo criticamente o conteúdo lido; e escrevam, mostrando autoria e clareza nas ideias expostas. (CARVALHO, 2018, p. 766)

Ocorre que, o conceito da densidade, é evidenciado como uma barreira significativa para muitos estudantes, contribuindo para a percepção da química como uma disciplina de difícil aprendizado, principalmente, por demandar conhecimentos matemáticos e gerar confusão entre a densidade e o peso. A aplicação do conceito de densidade, adiciona complexidade ao entendimento, principalmente quando este não condiz com o que é esperado pelo aluno, como por exemplo, o aluno espera que o iceberg afunde no oceano por ter massa elevada, porém esse fenômeno não ocorre. Assim, torna-se necessário uma abordagem mais aprofundada no ensino sobre o conceito.

Neste sentido, as tecnologias educacionais, como a realidade aumentada e recursos didáticos online como o PhET Colorado, surgem como possíveis aliados no processo de ensino e aprendizagem. Essas ferramentas tecnológicas podem auxiliar a promover a interação, inovação e acessibilidade, considerando o acesso dos estudantes por meio de smartphones.

A SEI desenvolvida no presente trabalho, utilizando a realidade aumentada e recursos didáticos online, é inovadora e busca uma abordagem eficaz para o ensino do conceito de densidade. Esta proposta visa contribuir com o aumento de práticas pedagógicas inovadoras, que incentivem os estudantes a se tornarem mais ativos no seu processo de aprendizagem.

Nossa expectativa é de que a aplicação desta sequência didática contribua para o ensino de química, oferecendo uma abordagem adaptável e aplicável em diferentes contextos educacionais, que permita aos estudantes compreenderem um fenômeno utilizado os níveis macroscópico, submicroscópico e simbólico.

6. Referências Bibliográficas

BENEDETTI FILHO, E.; CAVAGIS, A. D. M.; BENEDETTI, L. P. S. Um jogo didático para revisão de conceitos químicos e normas de segurança em laboratórios de química. **Química Nova na Escola**, v. 42, n. 1, p. 37- 44, 2020.

CAI, S., WANG, X., CHIANG, F. K. A case study of Augmented Reality simulation system application in a chemistry course. *Computers in Human Behavior*, 37: 31–40, 2014.

CARVALHO, A. M. P.; VANNUCCHI, A I; BARROS, M. A.; GONÇALVES, M. E. R.; REY, R. C. **Ciências no Ensino Fundamental: o conhecimento físico**. São Paulo: Scipione, 1998.

Carvalho (org.), A. M. P. de. (2004). **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Thomson Learning.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 765-794, 2018Tradução. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4852>. Acesso em: 02 ago. 2023.

CARVALHO, A. M. P. de. (2013). **O Ensino de Ciências e a proposição de sequências didáticas investigativas**. In *Ensino de Ciências por Investigação: Condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning.

CARVALHO, A. M. P. **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*. Cap. 1 p. 01-20. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

DE ARAÚJO, D. M.: “**Uso de realidade aumentada como ferramenta complementar ao ensino das principais ligações entre átomos**”. Workshop de Realidade Virtual e Aumentada, 6, 28-30, Poster do WRVA 2009.

DE MELO, V.; AMANTES, A. Interface entre autoconceito em Química e o entendimento sobre densidade dimensionado pela noção de perfil epistemológico. **Revista Debates em Ensino de**

Química, [S. l.], v. 7, n. 1, p. 5–23, 2021. DOI: 10.53003/redequim.v7i1.4089. Disponível em: <https://encurtador.com.br/ktJT6>. Acesso em: 11 jan. 2024

DORNELES, D.M.; MAGALHÃES, F.P.P.; SILVA-JÚNIOR, N.L. **O ensino de língua portuguesa e as TICs**. Revista Philologus, Rio de Janeiro, n. 51, p. 136, 2011.

FERREIRA ARAUJO, A.; ELISABETH DE OLIVEIRA FÉLIX, M.; NUNES DA SILVA, G. **Relato das dificuldades em aprender química de alunos da educação básica de uma escola pública de campina grande**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/enid/2019/TRABALHO_EV134_MD4_SA28_ID901_15102019135448.pdf>. Acesso em 1 agosto 2023.

FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R; DE OLIVEIRA, R. C. Ensino experimental de química: uma abordagem investigativa contextualizada. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 2, p. 101-106, 2010.

JOHNSTONE, A.H. **The Development of Chemistry Teaching**, The Forum, v. 70, n 9, 1993.

Johnstone, A. H. (2000). Teaching of chemistry: logical or psychological? (2000). Chemistry Education: Research and Practice in Europe, v. 1, n. 1, p. 9-15, 2000.

JOHNSTONE, A.H. **The Future Chape of Chemistry Education, Chemistry Education: Research and Practice**, v. 5, n. 3, 2004.

KERBER, A.; C. **Aplicação de métodos de realidade aumentada em instituições de ensino fundamental**. 2020. Disponível em: <https://bibliodigital.unijui.edu.br:8443/xmlui/handle/123456789/6727> Acesso em: 1 agosto 2023.

KIRNER, C., TORI, R.: **Fundamentos de Realidade Aumentada: Fundamentos e tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada**. Belém: Editora SBC, p. 22-38.2006.

KIRNER, C.; KIRNER, T.G. Virtual Reality and Augmented Reality Applied to Simulation Visualization. In: El Sheikh, A.A.R.; Al Ajeeli, A.; Abu-Taieh, E.M.O. (Ed.). Simulation and

Modeling: Current Technologies and Applications. 1 ed. Hershey-NY: IGI Publishing, 2008, v. 1, p. 391-419

LEITE, B. S. Aplicativos de realidade virtual e realidade aumentada para o ensino de química. **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico (EDUCITEC)**, v. 6, p. 2-6, 2020.

LEMES, A.; SOUZA, F.A.K, CARDOSO, A. A. Representações para o processo de dissolução em livros didáticos de Química: o caso do PNLEM, **Química Nova na Escola**, 2010.

LIMA, M.E.CC; AGUIAR JR, O.G.; BRAGA, S.A.M. Ensinar Ciências. Presença Pedagógica, Belo Horizonte, v.6, n.33, p.90-92, mai./jun.2000.

LIMA, Maria Emília C. C. e BRAGA, Selma A. M. AGUIAR Jr., Orlando. **Aprender Ciências: um mundo de materiais - livro do aluno e livro do professor**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2004.

MACEDO, Alex de Cassio; SILVA, João Assumpção da; BURIOL, Tiago Martinuzzi. **Usando Smartphone e Realidade aumentada para estudar Geometria espacial**. RNOTE, v. 14, n. 2, 2016.

MARCONDES, M. E. R.; SUART, R. C.(2009). A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. *Ciências & Cognição*, v 14, p 50 - 74.

MORAES, M. C. Subsídios para Fundamentação do Programa Nacional de Informática na Educação. Secretaria de Educação à Distância, Ministério de Educação e Cultura, Jan/1997.

MOURA, Adelina. Mobile learning: tendências tecnológicas emergentes. In: CARVALHO, A. A. A. **Aprender na era digital: jogos e mobile-learning**. Santo Tirso: De Facto, 2012, p. 127-147.

POZO, Juan I.; CRESPO, Miguel Á. G. A aprendizagem e o ensino de Ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. Porto Alegre: Artmed, 2009.

ROCHA, J.S.; VASCONCELOS, T. C. **Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões**. XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ) Florianópolis, SC, Brasil – 25 a 28 de julho de 2016. <http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R0145-2.pdf>, acessado em 20 de julho de 2023.

RODRIGUES, R. C., SANTOS, P. H. P., URAKAWA, M. T. (2010) “Aplicação da Realidade Aumentada em Marketing”. Graduação de Bacharel em Engenharia da Computação) – Instituto de Estudos Superiores da Amazônia, Belém,2010.

ROSSI, A.V.; MASSAROTTO, A.M.; GARCIA, F.B.T.; ANSELMO, G.R.T.; DE MARCO, I.L.G.; CURRALERO, I.C.B.; TERRA, J.; ZANINI, S.M.C. Reflexões sobre o que se ensina e o que se aprende sobre densidade a partir da escolarização. **Química Nova na Escola**, n. 30, p. 55-60, 2008.

SANTOS, A. O. et al. Dificuldades e motivações de aprendizagem em Química de alunos do ensino médio investigadas em ações do (PIBID/UFS/Química). **Scientia Plena**, v. 9, n. 7, 2013.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. **Almejando a Alfabetização Científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo**. Investigações em Ensino de Ciências, v.13, n.3, p.333-352, 2008.

Sasseron, L. H. (2013). **Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor**. In Ensino de Ciências por Investigação: Condições para implementação em sala de aula. Cengage Learning.

SCARPA, Daniela Lopes. SILVA, Maíra Batistoni. A Biologia e o ensino de Ciências por investigação: dificuldades e possibilidades. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (Org.). **Ensino de Ciências por Investigação: Condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

SETTI, Graziellede Oliveira; GIBIN, Gustavo Bizarria; FERREIRA, Luiz Henrique. **Ensino de geometria molecular por meio do uso de modelo físico construído com materiais**

recicláveis e de baixo custo. Experiências em Ensino de Ciências, Cuiabá, v. 14, n. 2, p. 542-557, 2019. Disponível em: https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID629/v14_n2_a2019.pdf. Acesso em: 11 dezembro. 2023

SIRHAN, Ghassan. Learning difficulties in chemistry: an overview. **Journal of Turkish Science Education**, v. 4, n. 2, p. 2-20, 2007

SILVA, S. E. P. et al. **A aplicação de softwares como uma estratégia didática para abordar o conteúdo da tabela periódica e as propriedades dos elementos químicos.** Revista Brasileira de Ensino de Química, v. 13, n. 1, p.75-86, 2018.

WARTHA, Edson José e REZENDE, Daisy de Brito. **Os níveis de representação no ensino de química e as categorias da semiótica de peirce.** Investigações em Ensino de Ciências, v. 16, n. 2, p. 275-290, 2011 Tradução.. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID264/v16_n2_a2011.pdf. Acesso em: 11 jan. 2024.

