

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA**

**Elaboração e avaliação de uma Sequência Didática para estudo dos Gases  
com uso de atividades investigativas no ensino médio**

Silvanir Natalino de Silva  
*Magister Scientiae*

**VIÇOSA - MINAS GERAIS  
2025**

**SILVANIR NATALINO DE SILVA**

**Elaboração e avaliação de uma Sequência Didática para estudo dos Gases  
com uso de atividades investigativas no ensino médio**

Dissertação Mestrado Profissional  
apresentada à Universidade Federal de  
Viçosa, como parte das exigências do  
Programa de Pós-Graduação em Química  
em Rede Nacional, para obtenção do  
título de *Magister Scientiae*.

Orientadora: Deyse Gomes da Costa

**VIÇOSA - MINAS GERAIS  
2025**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

S586e  
2025  
Silva, Silvanir Natalino de, 1983-  
Elaboração e avaliação de uma sequência didática para  
estudo dos gases com uso de atividades investigativas no ensino  
médio / Silvanir Natalino de Silva. – Viçosa, MG, 2025.  
1 dissertação eletrônica (156 f.): il. (algumas color.).

Inclui anexo.

Inclui apêndices.

Orientador: Deyse Gomes da Costa.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,  
Departamento de Química, 2025.

Referências bibliográficas: f. 51-54.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2025.761>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Química (Ensino médio) - Estudo e ensino. 2. Ensino -  
Metodologia. 3. Gases - Experiências. I. Costa, Deyse Gomes da,  
1983-. II. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de  
Química. Programa de Pós-Graduação em Química em Rede  
Nacional. III. Título.

CDD 22. ed. 540.712

**SILVANIR NATALINO DE SILVA**

**Elaboração e avaliação de uma Sequência Didática para estudo dos Gases  
com uso de atividades investigativas no ensino médio**

Dissertação Mestrado Profissional  
apresentada à Universidade Federal de  
Viçosa, como parte das exigências do  
Programa de Pós-Graduação em Química em  
Rede Nacional, para obtenção do título de  
*Magister Scientiae*.

APROVADA: 3 de outubro de 2025.

Assentimento:

---

Silvanir Natalino de Silva  
Autor

---

Deyse Gomes da Costa  
Orientadora

Essa dissertação mestrado profissional foi assinada digitalmente pelo autor em 17/11/2025 às 17:33:09 e pela orientadora em 17/11/2025 às 18:42:03. As assinaturas têm validade legal, conforme o disposto na Medida Provisória 2.200-2/2001 e na Resolução nº 37/2012 do CONARQ. Para conferir a autenticidade, acesse <https://siadoc.ufv.br/validar-documento>. No campo 'Código de registro', informe o código **AHPR.8ZRJ.WYJ8** e clique no botão 'Validar documento'.

A Deus, por me proporcionar essa conquista, e a minha família, minha base, meu porto seguro.

## **AGRADECIMENTOS**

Este trabalho foi realizado com o apoio das seguintes agências de pesquisa brasileiras: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

A Deus por me conceder saúde e força, para chegar até aqui.

À minha esposa, Karine, pela paciência e pelos muitos momentos de ausência dedicados na realização desse projeto.

Às minhas filhas, Maria Clara e Olívia Maria, que muito têm me ensinado e contribuído para meus momentos de tranquilidade e paz.

À minha mãe Maria Imaculada, pelo apoio de uma vida inteira.

À minha orientadora, a professora Dra. Dayse, pela paciência, apoio, conhecimento compartilhado e confiança.

A todos os professores do ProfQui, essenciais nesse período de amadurecimento e aprendizado.

Aos colegas, amigos e companheiros da turma ProfQui 2023, pelo apoio e experiências compartilhadas.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela bolsa de estudo concedida, que foi necessária e condicional para custear meus estudos e atividades.

Deixo aqui meu agradecimento a todos os citados e a muitos outros que me ajudaram ao longo da minha caminhada de vida e estudos.

## RESUMO

SILVA, Silvanir Natalino de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, outubro de 2025. **Elaboração e avaliação de uma Sequência Didática para estudo dos Gases com uso de atividades investigativas no ensino médio.** Orientadora: Deyse Gomes da Costa.

A pesquisa destacou a importância de metodologias que priorizem o protagonismo dos estudantes, reforça a necessidade de estratégias pedagógicas diferenciadas no ensino de Química e destaca o potencial das atividades investigativas como forma de estímulo ao aprendizado e a promoção da Alfabetização Científica. A Alfabetização Científica é uma das possibilidades para os estudantes compreenderem o mundo a sua volta, com a perspectiva da Ciência. Assim, esta pesquisa propôs uma abordagem para o ensino dos gases a estudantes da segunda série do Ensino Médio, por meio de atividades investigativas. As atividades foram desenvolvidas em quatro etapas utilizando recursos didáticos, que priorizaram a experimentação para promover o envolvimento dos estudantes. A primeira etapa consistiu na apresentação do trabalho e a realização de uma sondagem das concepções prévias dos estudantes por meio de um questionário individual no Google Forms. Na segunda etapa os estudantes foram organizados em grupos para leitura e debate do material de apoio fornecido pelo professor. Na terceira etapa, os grupos realizaram experimentos práticos para demonstrar propriedades e leis dos gases, culminando na apresentação de relatórios para a turma. A quarta etapa encerrou o ciclo com uma discussão com os estudantes sobre as atividades realizadas, as experiências vividas e a avaliação da Sequência Didática por meio de um questionário individual no Google Forms. Essa abordagem visou proporcionar uma compreensão prática e teórica dos fenômenos relativos aos gases. O trabalho alinhou-se com as recomendações da Base Nacional Curricular Comum e com o Plano de Curso do Estado de Minas Gerais para o Ensino Médio, priorizando a consolidação de competências, incluindo a análise crítica de modelos científicos.

Palavras-chave: Palavras-chave: alfabetização científica; ensino de Química; atividades investigativas; estudo dos gases.

## ABSTRACT

SILVA, Silvanir Natalino de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, October, 2025. **Development and evaluation of a Didactic Sequence for the study of Gases using investigative activities in high school.** Adviser: Deyse Gomes da Costa.

The research highlighted the importance of methodologies that prioritize student protagonism, reinforces the need for differentiated pedagogical strategies in the teaching of Chemistry, and emphasizes the potential of investigative activities to stimulate learning and promote Scientific Literacy. Scientific Literacy is one of the possibilities for students to understand the world around them from the perspective of Science. Thus, this research proposed an approach to the teaching of gases to second-year high school students through investigative activities. The activities were developed in four stages using didactic resources that prioritized experimentation to promote student engagement. The first stage consisted of a discussion circle to present the project and conduct a survey of students' prior conceptions through an individual questionnaire in Google Forms. In the second stage, students were organized into groups to read and debate the support material provided by the teacher. In the third stage, the student groups conducted practical experiments to demonstrate gas properties and laws, culminating in the presentation of reports to the class. The fourth stage concluded the cycle with a second discussion circle with the students about the activities conducted, the experiences lived, and the evaluation of the Didactic Sequence through an individual questionnaire in Google Forms. This approach aimed to provide both a practical and theoretical understanding of phenomena related to gases. The work was aligned with the recommendations of the National Common Curricular Base and the High School Curriculum Plan of the State of Minas Gerais, prioritizing the consolidation of competencies, including the critical analysis of scientific models.

Keywords: Keywords: scientific literacy; Chemistry education; investigative activities; study of gases.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fotos da apresentação do projeto aos estudantes e da coleta de dados no Google Forms.....	25
Figura 2 – Modelo teórico para representar o estado gasoso.....	25
Figura 3 – Respostas dos estudantes no levantamento das concepções prévias acerca do modelo representativo para o estado gasoso.....	25
Figura 4 – Respostas dos estudantes no levantamento das concepções prévias sobre os conceitos de um gás.....	26
Figura 5 – Respostas dos estudantes no levantamento das concepções prévias sobre a densidade dos gases. ....	27
Figura 6 – Concepções prévias dos estudantes sobre a Lei de Boyle.....	28
Figura 7 – Apresenta uma análise das concepções prévias dos estudantes acerca da Lei de Charles e da densidade. ....	29
Figura 8 – Frasco de vidro contendo medicamento para gotas. ....	31
Figura 9 – Concepções prévias dos estudantes sobre a Lei de Charles e Gay-Lussac. ....	31
Figura 10 – Expectativas e interesses dos estudantes participantes da pesquisa. ...	32
Figura 11 – Foto da segunda etapa. Estudantes analisando o material de apoio a realização das atividades da Sequência Didática. ....	33
Figura 12 – Fotos da realização do experimento 1. ....	34
Figura 13 – Fotos da realização do experimento 2. ....	35
Figura 14 – Fotos da realização do experimento 3. ....	36
Figura 15 – Fotos da realização do experimento 4. ....	37
Figura 16 – Fotos da conclusão da terceira etapa. ....	38
Figura 17 – Fotos da realização da quarta etapa. ....	39
Figura 18 – Modelo teórico para representar o estado gasoso.....	39
Figura 19 – Quantidade de estudantes que identificaram o modelo representativo do estado gasoso, após as atividades da Sequência Didática.....	40
Figura 20 – Respostas apresentadas pelos estudantes sobre os conceitos de um gás, após as atividades da Sequência Didática. ....	41
Figura 21 – Respostas dos estudantes com abordagem da densidade dos gases após as atividades da Sequência Didática. ....	42

Figura 22 – Respostas dos estudantes com abordagem da Lei de Boyle após as atividades da Sequência Didática. ....	44
Figura 23 - Frasco de vidro contendo medicamento para gotas. ....	46
Figura 24 – Respostas dos estudantes com abordagem da Lei de Charles e Gay-Lussac após as atividades da Sequência Didática.....	46
Figura 25 – Respostas dos estudantes sobre a abordagem da Lei de Charles e a densidade após as atividades da Sequência Didática. ....	47
Figura 26 – Declarações dos estudantes sobre o que aprenderam em relação aos gases, após as atividades.....	49

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>1.1 Fundamentação da Escolha Temática</b> .....	13
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	14
<b>2.1 Alfabetização científica</b> .....	14
<b>2.2 Estudo dos gases</b> .....	15
2.2.1 Lei de Boyle .....	16
2.2.2 Lei de Charles .....	17
2.2.3 Lei de Charles e Gay-Lussac .....	17
2.2.4 Princípio de Avogadro .....	17
2.2.5 Densidade dos gases .....	18
<b>2.3 Experimentação no ensino de Química</b> .....	19
<b>3 OBJETIVOS</b> .....	19
<b>3.1 Objetivo geral</b> .....	19
<b>3.2 Objetivos específicos</b> .....	19
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	19
<b>4.1 Etapas da Sequência Didática</b> .....	20
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	24
<b>6 CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES DO TRABALHO PARA O ENSINO DE QUÍMICA</b> .....	50
<b>7 REFERÊNCIAS</b> .....	51
<b>8 ANEXOS</b> .....	55
<b>8.1 ANEXO 1- Parecer do Comitê de ética e Pesquisa</b> .....	55
<b>9 APÊNDICES</b> .....	61

<b>9.1 Apêndice 1 – Questionário inicial.....</b>	<b>61</b>
<b>9.2 Apêndice 2 – Material de apoio para leitura e debate. ....</b>	<b>63</b>
<b>9.3 Apêndice 3 – Roteiro experimento 1 .....</b>	<b>74</b>
<b>9.4 Apêndice 4 – Roteiro experimento 2 .....</b>	<b>79</b>
<b>9.5 Apêndice 5 – Roteiro experimento 3 .....</b>	<b>86</b>
<b>9.6 Apêndice 6 – Roteiro experimento 4 .....</b>	<b>92</b>
<b>9.7 Apêndice 7 – Questionário final.....</b>	<b>100</b>
<b>9.8 Apêndice 8 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE/Responsáveis. ....</b>	<b>102</b>
<b>9.9 Apêndice 9 – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido - TALE .....</b>	<b>105</b>
<b>9.10 Apêndice 10 – Produto Educacional. ....</b>	<b>108</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A Química é uma ciência de extrema importância na formação dos indivíduos e na melhoria da qualidade de vida, contribuindo para o desenvolvimento de novos materiais, métodos de análises e de produção que impactam a vida humana.

Locatelli e Macuglia (2018), assim como Oliveira e Delou (2023), concluíram que a disciplina de Química, em muitas situações, é considerada desinteressante pelos estudantes, devido às abordagens descontextualizadas em aulas teóricas que só reproduzem fórmulas e conceitos, sem inferência a vivência diária. Para Da Silva (2011), o ensino dessa disciplina no Brasil vem enfrentando diversas dificuldades, dentre elas a predominância de metodologias tradicionais pouco motivadoras, que contribuem para o desinteresse dos estudantes. Para reverter essa situação, o autor propõe que professores adotem abordagens mais interativas e contextualizadas, que reformulem as práticas pedagógicas, implementem a infraestrutura e incentivem um ambiente de aprendizagem motivador.

Na construção das aulas, é recomendado que se identifique as concepções prévias que os estudantes possuem sobre o assunto a ser abordado, assim como os meios necessários para a sua contextualização. Pois essa permite que seja identificada pelo estudante a relação entre o conhecimento a ser construído e sua realidade, contribuindo com a motivação para o aprendizado. O professor possui um papel importante na motivação do estudante, uma vez que a forma com que se comunica e se relaciona com ele, também interfere no seu interesse durante as aulas (Kiefer e Pilatti, 2014).

Os recursos didáticos utilizados no ensino de Ciências da Natureza podem favorecer a compreensão desta, numa linguagem dita científica, recomendando que estes busquem promover a interlocução dos fenômenos com as práticas do dia a dia (Chassot, 2003). Nesse sentido, a adoção da experimentação pode contribuir para o protagonismo dos estudantes, favorecendo a construção do conhecimento e estimulando o envolvimento com os conceitos científicos presentes no cotidiano (Carvalho et al., 2018).

Considerando que a busca por informações na internet aumentou expressivamente nos últimos anos, Cunha (2021) afirmou que o conhecimento científico se propaga muito rápido num ambiente cada vez mais conectado, sendo em muitos casos distorcido. Possivelmente todos os usuários das redes sociais já

receberam alguma informação de cunho científico duvidoso, as chamadas *Fake Science*, dentre as quais muitas se relacionam com a Química. Assim é importante incentivar a busca pelo conhecimento científico em fontes seguras, incluindo o ambiente escolar.

Nesse sentido, é importante que o processo de Alfabetização Científica agregue conhecimentos que visem a melhoria da qualidade de vida dos cidadãos, independentemente das suas escolhas profissionais, uma vez que os conceitos científicos se aplicam aos diversos produtos, serviços e ambientes aos quais cada pessoa faz uso ou está inserida (Milaré, Richetti e Filho, 2009).

A Base Nacional Curricular Comum (Brasil, 2018), assim como o Plano de Curso proposto pelo Estado de Minas Gerais para 2024, recomendam que os estudantes da segunda série do Ensino Médio, consolidem as seguintes competências e habilidades referentes ao estudo dos gases (Minas Gerais, 2024).

**Competência Específica 01** - Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global.

**Habilidade** - (EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.

**Habilidade** - (EM13CNT102XA) Identificar e interpretar sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento.

**Habilidade** - (EM13CNT102XB) Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos.

A escolha do tema para a Sequência Didática se deve a grande dificuldade que os estudantes do Ensino Médio têm de assimilar os conceitos da teoria dos gases quando trabalhados apenas de forma teórica. Pesquisas como a de Silva, Lima e Bergamaschi (2015), evidenciam estas dificuldades dos estudantes em construir modelos mentais capazes de articular os diferentes níveis de representação do conhecimento químico, em especial, o comportamento das partículas no nível submicroscópico, o que compromete a compreensão global dos fenômenos gasosos.

Logo é recomendado que a metodologia adotada no ensino de Química favoreça a transição entre os níveis de representação, macroscópico (tangível, o que

se vê na prática), submicroscópico (molecular/atômico, invisível) e simbólico (fórmulas, equações e modelos) no estudo da matéria (Johnstone, 1993).

Com o objetivo de contribuir para a superação destas dificuldades as atividades aqui propostas visam facilitar a compreensão dos fenômenos observáveis e a sua representação teórica. Por meio de roteiros investigativos para a experimentação com materiais de baixo custo e de fácil acesso, visando oferecer elementos capazes de subsidiar a compreensão da dinâmica das partículas no estado gasoso. Correlacionando teoria e prática com elementos do cotidiano, de forma que o entendimento de partícula e de movimento sejam facilitados.

O produto deste trabalho é uma Sequência Didática para estudo dos gases, destinada a estudantes do Ensino Médio fazendo uso de atividades investigativas.

### **1.1 Fundamentação da Escolha Temática**

O interesse pessoal por esta temática surgiu da vivência em sala de aula como docente de Química no Ensino Médio, quando foi possível perceber a dificuldade recorrente de muitos estudantes em compreender os conceitos associados aos estados de agregação da matéria, especialmente os relativos ao estado gasoso. Tais dificuldades estão, em grande parte, relacionadas a limitação em visualizar as partículas em movimento, compreender suas interações e estabelecer relações entre variáveis como temperatura, pressão e volume.

A compreensão destes conceitos é essencial para o estudo da Química, uma vez que os gases estão presentes em vários fenômenos naturais e aplicações tecnológicas, além de desempenharem papel fundamental em processos como a respiração dos seres vivos, a regulação da temperatura do planeta pelo efeito estufa, a filtragem da radiação ultravioleta, entre outros fenômenos importantes para a manutenção da vida.

Estudos como o de Frasso e Gomes (2019) evidenciam que estudantes do Ensino Médio frequentemente concebem o ar e outros gases como um espaço vazio, o que revela uma compreensão inadequada sobre a natureza deste estado físico, dificultando a compreensão de processos importantes que envolvem os gases.

Esse fato reforça a necessidade de elaboração de aulas com abordagens mais concretas, contextualizadas e interativas, que incentivem a investigação de fenômenos do dia a dia por meio da experimentação, favorecendo a aprendizagem e

contribuindo para uma formação científica mais sólida, ampliando a capacidade de aplicar o conhecimento químico em situações do cotidiano (Bocato, 2014).

Diversos estudos têm apontado a eficácia de atividades investigativas no ensino de Ciências e em especial no Ensino de Química como forma de estimular a construção ativa do conhecimento e o desenvolvimento da alfabetização científica (Bocato, 2014; Cury e Teodoro, 2022). No caso do estudo dos gases, propostas didáticas que envolvem a experimentação permitem ao estudante vivenciar situações de aprendizagem mais significativas, contribuindo para desconstruir concepções equivocadas como a ideia do gás como sendo um “espaço vazio”, promovendo conexões com temas atuais, como a poluição atmosférica e o efeito estufa (Caldas, Peneluc e Pinheiro, 2018).

França (2021), após o desenvolvimento de uma Proposta de Sequência Didática com atividades experimentais para o ensino de gases, aplicada em período de aulas remotas a alunos da primeira série do Ensino Médio durante a pandemia da Covid-19, constatou que os experimentos, ainda que executados de forma remota e com certas limitações, foram de grande importância para a compreensão dos conceitos relativos aos gases, além de ampliar o interesse dos estudantes em desenvolver as atividades.

Logo a abordagem do tema “gases” no Ensino Médio, por meio de atividades investigativas, pode contribuir com a aprendizagem não apenas do ponto de vista conceitual, mas também na formação crítica dos estudantes (Bocato, 2014). A compreensão das leis dos gases e sua aplicabilidade permite ao estudante discutir questões como a preservação das características da atmosfera, os impactos das emissões de gases poluentes, o uso racional de recursos naturais e até mesmo aspectos relacionados à saúde e à segurança no cotidiano.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Alfabetização científica**

A Alfabetização Científica é considerada uma etapa de extrema necessidade na formação dos cidadãos, para que estes possam exercer seus direitos na sociedade moderna (Milaré, Richetti e Filho, 2009). Santos e Porto (2013), relacionam a qualidade de vida da população de um país ao seu desenvolvimento científico e tecnológico, que por sua vez estão diretamente ligados aos investimentos na Educação Básica. Isto porque quando se investe maciçamente na formação de

peças ainda nas fases iniciais do seu desenvolvimento educacional, desperta-se precocemente o interesse pela pesquisa científica.

Pereira e Silva (2019), relatam que há uma carência de recursos didáticos voltados para o ensino de Química, o que dificulta a atuação do professor como mediador no processo de ensino-aprendizagem, que acaba por adotar em sua maioria aulas tradicionais baseadas em explanação de conceitos apenas de forma teórica deixando de lado a experimentação.

Carvalho et al. (2018), pondera que a estrutura física das escolas voltada para o ensino de Química é muito importante, mas não deve ser limitante para o processo de alfabetização científica. Esses autores sugerem que variados recursos didáticos podem ser utilizados, por meio da adoção de materiais alternativos de baixo custo para as experimentações, que quando bem executadas, cumprem o papel de estimuladores na busca pelo conhecimento e facilitam a assimilação dos conceitos científicos relativos a determinado fenômeno em estudo.

Diante de tais considerações, denota-se que o processo de ensino aprendizagem resulta de uma série de fatores que devem ser analisados em conjunto. E que sempre haverá a necessidade de se fazer adaptações, tanto na linguagem quanto nos recursos didáticos utilizados, mantendo como foco a alfabetização científica. Para tanto, o desenvolvimento de pesquisas que visem a produção de novos materiais e métodos que possam contribuir com a melhoria da qualidade de ensino nas escolas é valioso e necessário (Carvalho et al., 2018).

## **2.2 Estudo dos gases**

O estudo dos gases no Ensino Médio, quando conduzido apenas de forma teórica, encontra grandes desafios, tanto pelos professores em abordar o tema de forma que seja compreensível aos estudantes, quanto pela dificuldade dos estudantes em assimilar os conceitos. Costa, Lima e Sarmiento (2020) afirmam que o livro didático tem sido o principal recurso utilizado na preparação e execução das aulas. No entanto, nem todos os livros didáticos abordam o tema de forma ampla e nem mesmo descrevem conceitualmente as diferenças entre gás e vapor, o que pode dificultar a aprendizagem.

O estado de agregação mais desorganizado da matéria é o gasoso, pois não possui forma e nem volume definidos. Pode-se entender um gás como um conjunto

de moléculas ou de átomos em movimentos aleatórios permanentes, com velocidades que variam em função da temperatura e da pressão (Silva, 2019).

O estado de agregação de amostras de uma mesma substância se define por suas propriedades físicas, se estas são iguais, logo as amostras estão no mesmo estado físico. Para um gás puro, o estado físico fica definido pelos valores do volume (V) que ocupa, da quantidade de substância em número de mols (n), da pressão (p), e da temperatura (T) (Silva, 2019).

Cada substância se descreve por sua própria equação de estado, e em casos particulares tem-se a forma explícita da equação, como, por exemplo, a equação de estado do gás ideal conhecida como Lei geral dos gases ideais ou equação de Clapeyron, que tem a seguinte expressão (Levine, 2011).

$$PV = nRT,$$

em que:

P - pressão gerada pelo gás nas paredes do recipiente,

V - volume ocupado pelo gás,

n - número de mols do gás,

R - constante universal dos gases (valor tabelado),

T - temperatura do gás em Kelvin (K).

Essa equação constitui uma representação matemática de um conjunto de experimentos realizados ao longo do tempo, que envolveram a análise do comportamento de gases sob diferentes condições. Para a interpretação dos resultados e formulação dessa equação, foram admitidas hipóteses fundamentais, como a de que os gases, sob certas condições, poderiam se comportar de maneira ideal. Assim, a equação foi elaborada a partir da combinação de várias leis empíricas, como a Lei de Boyle, a Lei de Charles, a Lei de Charles e Gay-Lussac e o Princípio de Avogadro. Vale ressaltar que os gases ideais estão sujeitos apenas a forças conservativas, de modo que a energia cinética se conserva (Silva, 2019).

### **2.2.1 Lei de Boyle**

Robert Boyle, em 1662, demonstrou que a pressão e o volume de uma quantidade fixa de gás, à temperatura constante, relacionam-se inversamente. Quando duas grandezas como essas são inversamente proporcionais, o seu produto é uma constante (Levine, 2011).

$$P.V = k.$$

Podemos analisar assim, se em uma primeira situação temos o valor da pressão de determinado gás como sendo  $P_1$  e seu respectivo volume como  $V_1$ , então temos que:

$$P_1.V_1 = k$$

Se essa pressão for aumentada para  $P_2$ , seu volume também será alterado para  $V_2$  e novamente teremos que:

$$P_2.V_2 = k$$

Desse modo, podemos concluir que:

$$P_1.V_1 = P_2.V_2$$

Em muitas experimentações modernas verificou-se que os princípios da Lei de Boyle são válidos apenas nos limites das pressões muito baixas e que os gases reais só a obedecem no limite da pressão tender a zero.

### 2.2.2 Lei de Charles

Outra importante propriedade dos gases foi identificada pelo cientista francês Jacques Charles em 1787. Em seus estudos sobre o efeito da temperatura sobre o volume de uma amostra, mantida à pressão constante verificou que o volume varia linearmente com a temperatura, qualquer que seja a natureza do gás que esteja se comportando idealmente. Assim, estabeleceu que (Levine, 2011):

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

### 2.2.3 Lei de Charles e Gay-Lussac

Em 1802, Louis Joseph Gay-Lussac chegou à mesma conclusão que Charles estabelecendo a relação em que a volume constante, a pressão de uma massa gasosa é diretamente proporcional a sua temperatura. Assim Charles e Gay-Lussac formularam que a volume constante e massa fixa de gás (Levine, 2011):

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

### 2.2.4 Princípio de Avogadro

A teoria atômico-molecular ao longo da sua evolução contou com uma contribuição decisiva elaborada em 1811 pelo cientista Amedeo Avogadro, que pela primeira vez chamou de molécula os átomos em uma ligação química, formulando, o que ficou conhecido como o Princípio de Avogadro, estabelecendo que o volume por

mol de moléculas ou de átomos de qualquer gás, ( $V_m = V/n$ ), medido sob mesmas condições de temperatura e pressão é constante (Silva, 2019).

Com seus estudos, Avogadro determinou ainda que volumes iguais de gases, nas mesmas condições de temperatura e pressão, contêm o mesmo número de moléculas (Silva, 2019).

### 2.2.5 Densidade dos gases

Uma propriedade dos gases muito importante a ser estudada no Ensino Médio é a densidade, uma vez que se relaciona com diversos fenômenos do dia a dia. A partir da sua compreensão é possível explicar por exemplo porque alguns balões flutuam e outros não (Sandonato et al., 2019).

A densidade de um gás ( $d$ ), como para qualquer substância, é a massa da amostra dividida por seu volume,  $d = m/V$ . Ela é normalmente medida em gramas por litro. Como a massa da amostra é igual a quantidade de matéria multiplicada pela massa molar, temos que:

1- Equação dos gases:  $PV = nRT$

2 - Sabemos que:  $n = \frac{m}{M}$

3- Substituindo (2) em (1), teremos:

$$P V = \frac{m}{M} R T$$

4- Reorganizando a equação (3):

$$P M = \frac{m}{V} R T$$

Como  $d = \frac{m}{V}$ , podemos substituir em (4)

Assim teremos:

$$P M = d R T \quad \Rightarrow \quad d = \frac{P M}{R T}$$

Nas CNTP densidade absoluta de um gás é dada por:

$$p = 1\text{atm}$$

$$T = 273\text{K}$$

$$R = 0,082 \text{ atm.L/mol.K}$$

$$d = \frac{P M}{R T} \quad \Rightarrow \quad d = \frac{1\text{atm} \cdot M \text{ (g/mol)}}{0,082 \text{ atm.L/mol.K} \cdot 273\text{K}}$$

$$\downarrow$$

$$d = \frac{1 \cdot M \text{ g}}{22,4 \text{ L}}$$

### 2.3 Experimentação no ensino de Química

Borges e Goi (2022), observaram que os estudantes do Ensino Médio reconhecem a importância do estudo da Química no seu cotidiano, mas ao mesmo tempo relatam dificuldades de aprendizagem de diversos temas abordados. Segundo os autores, os estudantes consideram que as atividades experimentais são facilitadoras da aprendizagem uma vez que auxiliam na identificação, interpretação e resolução de problemas.

Porém o ensino de Ciências, ainda é desenvolvido por meio da repetição e memorização de conceitos, ou seja, contempla o modo bancário e tecnicista de ensino, e mesmo nos casos em que se adota práticas experimentais como forma de ensino em muitos casos há um vazio em termos de referenciais teóricos centrados na aprendizagem. No cenário educacional pós-pandemia da covid-19, é necessário analisar criteriosamente a influência da educação científica, devido a sua grande importância na resolução de questões sociocientíficas (Pereira e Sampaio, 2022).

## 3 OBJETIVOS

### 3.1 Objetivo geral

Elaborar uma sequência didática para estudo dos gases com uso de atividades investigativas no Ensino Médio.

### 3.2 Objetivos específicos

- Verificar as concepções prévias dos estudantes referentes ao estudo dos gases.
- Elaborar material de estudo contendo modelos explicativos para os estados físicos da matéria, propriedades e aplicações para os gases.
- Desenvolver uma atividade investigativa sobre a Lei de Boyle.
- Desenvolver uma atividade investigativa sobre a Lei de Charles.
- Desenvolver uma atividade investigativa sobre a Lei de Charles e Gay-Lussac.
- Desenvolver uma atividade investigativa sobre a densidade dos gases.
- Avaliar as atividades propostas na Sequência Didática.

## 4 METODOLOGIA

O trabalho é de natureza exploratória, com abordagem qualitativa, utilizando como forma de coleta de dados a aplicação de dois questionários por meio do *google forms* e a observação dos participantes durante o desenvolvimento das suas etapas.

Foram utilizadas como fonte de informação a pesquisa bibliográfica e de campo (Eiterer e Medeiros, 2010). O projeto foi encaminhado para análise do Comitê de ética em pesquisas com seres humanos da Universidade Federal de Viçosa e foi aprovado sob o parecer Número 6.974.401 (Anexo 1).

As atividades da pesquisa foram realizadas em uma escola da rede estadual do Estado de Minas Gerais no ano 2024, com estudantes de duas turmas da 2ª série do Ensino Médio, ambas na modalidade Ensino Médio de Tempo Integral (EMTI). Os estudantes das referidas turmas foram convidados a participarem do projeto, após a aceitação do convite, foi solicitado ao participante seu consentimento voluntário por escrito com a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, TCLE, (Apêndice 8). Para os estudantes menores de 18 anos, solicitou-se também o assentimento de seus responsáveis, por meio da assinatura do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido, TALE, (Apêndice 9).

#### **4.1 Etapas da Sequência Didática**

A Sequência didática foi implementada em um total de quatro etapas com tempo previsto de seis hora/aula conforme a seguir:

**Primeira etapa:** Foi realizada a apresentação do projeto aos estudantes, logo após foi realizada a sondagem das concepções prévias dos mesmos acerca do tema, por meio da aplicação de um questionário discursivo individual (Apêndice 1) e sem consulta no *Google Forms*, no laboratório de informática da escola. Esta etapa foi realizada em uma hora/aula.

**Segunda etapa:** Os estudantes foram organizados em grupos de até cinco integrantes de livre escolha, a cada grupo foi entregue um material (Apêndice 2) para leitura e debate, como preparação para as atividades. Esta etapa foi realizada em uma hora/aula.

**Terceira etapa:** Cada grupo com as mesmas configurações da segunda etapa recebeu um roteiro em um envelope lacrado de uma das quatro atividades práticas a serem realizadas. Os materiais a serem utilizados foram expostos sobre uma mesa. Cada grupo leu o roteiro, identificou o experimento a ser realizado e separou o material necessário. Nesta etapa cada uma das atividades visou demonstrar uma propriedade ou lei relativa aos gases, a ser identificadas pelo grupo de estudantes de acordo com o experimento.

Cada grupo realizou a prática, de forma que os demais estudantes da turma pudessem acompanhar e observar. Ao fim de cada experimento os grupos fizeram as discussões dos fenômenos observados e confeccionaram um relatório que foi apresentado aos demais estudantes da turma utilizando cartazes. Esta etapa foi realizada em três horas/aulas conforme descrito a seguir.

Experimento 1 (Apêndice 3) – Para uma abordagem experimental qualitativa da Lei de Boyle (transformações isotérmicas) foi proposta uma prática, com a finalidade de estimular a observação da relação inversa entre a pressão ( $P$ ) e o volume ( $V$ ) a temperatura ( $T$ ) constante. Para realizar o experimento foram utilizados materiais comuns do dia a dia, como seringas de 20 mL sem agulha e *marshmallow* em pedaços.

Os estudantes colocaram um pedaço de *marshmallow* dentro da seringa, tampou a saída de ar com o dedo e então comprimiram o êmbolo, observando a diminuição do volume do *marshmallow* e que ao soltar o êmbolo mantendo a saída de ar tampada ele se movimentava e o *marshmallow* voltava a seu volume inicial.

Experimento 2 (Apêndice 4) – Para uma abordagem experimental qualitativa da Lei de Charles (transformação isobárica) foi proposto uma prática, com a finalidade de estimular a observação da relação de proporcionalidade entre volume ( $V$ ) e temperatura ( $T$ ) a pressão constante.

Para realizar o experimento foram utilizados materiais de fácil acesso como: uma seringa de vidro de 3 mL, uma garrafa de vidro de 1000 mL, rolhas de silicone com furo no centro de aproximadamente 6 mm, vaselina líquida, uma garrafa térmica com água quente (aproximadamente 60°C), e uma garrafa térmica com água gelada (aproximadamente de 3°C), duas bacias metálicas que caibam parcialmente a garrafa. A água quente e a fria foram previamente preparadas e acondicionadas pelo professor em garrafas térmicas e levadas para a sala de aula no momento da prática.

Os estudantes primeiramente removeram o êmbolo da seringa e o lubrificaram com a vaselina líquida para diminuir o atrito interno com as paredes e o reintroduziram na seringa até a posição volume zero, em seguida passaram a seringa pelo furo central da rolha de silicone, de forma a não permitir a passagem do ar a não ser por dentro da seringa e inseriram o conjunto na abertura da garrafa. A seguir colocaram aproximadamente 1000 mL de água quente em uma das bacias e 1000 mL de água fria na outra bacia e mergulharam a garrafa no recipiente contendo água quente e

observaram que houve deslocamento do êmbolo na seringa. A seguir retiraram a garrafa da água quente e a mergulharam na água gelada, observando um novo deslocamento do êmbolo da seringa para a posição inicial (volume zero).

Experimento 3 (Apêndice 5) – Para uma abordagem experimental qualitativa da Lei de Charles e Gay-Lussac (transformação isovolumétrica), foi proposto uma prática, com a finalidade de estimular a observação do aumento da pressão (P) provocado pelo aumento da temperatura (T) a volume (V) constante.

Para realizar o experimento foram utilizados materiais de fácil acesso como: garrafa de vidro de 330 mL transparente, rolha de silicone com furo de 6 mm, canudo plástico (canudinho para refrigerante), um corante alimentício de cor azul, um soprador térmico 127v, 1 copo com aproximadamente 200 mL de água a temperatura ambiente, um prato de vidro e um funil de plástico.

Os estudantes primeiramente transferiram a água a temperatura ambiente para a garrafa com auxílio de um funil, adicionaram cinco gotas do corante azul, logo após passaram o canudo pelo furo da rolha de silicone garantindo que ficasse bem vedado e introduziram o conjunto na garrafa de forma que o canudo ficasse com uma das extremidades dentro do líquido e o mais próximo do fundo possível, mantendo a outra extremidade a aproximadamente 1cm para fora da garrafa e posicionaram a garrafa sobre o prato de vidro. A seguir ligaram o soprador térmico na temperatura média e direcionaram o fluxo de ar quente para a garrafa, especificamente, onde se encontra a porção de ar e observaram que o líquido subiu pelo canudo até derramar.

Experimento 4 (Apêndice 6) – Para uma abordagem experimental qualitativa da densidade dos gases, foi proposto uma prática, com a finalidade de estimular a observação do comportamento do ar atmosférico e do gás carbônico.

Para realizar o experimento foram utilizados materiais como: uma caixa organizadora transparente (60 cm de comprimento, 45 cm de largura e 45 cm de altura), 2000 mL de vinagre comercial a 4%, 1000g de bicarbonato de sódio, 100 mL de detergente, 50 mL de glicerina, um soprador de bolhas de sabão do tipo pistola, um copo medidor, espátula de cozinha e 2000 mL de água.

Os estudantes com auxílio do copo medidor prepararam uma mistura de 100 mL de detergente com 250 mL de água e 50 mL de glicerina para fazer as bolhas de sabão e acondicionam no reservatório do soprador de bolhas, a seguir colocaram 1000 g de bicarbonato de sódio dentro da caixa organizadora, adicionaram 2000 mL

de água e agitaram com uso da espátula até dissolver todo o bicarbonato, a seguir acrescentaram 2000 mL de vinagre e aguardaram a reação química terminar. Imediatamente com o auxílio do soprador de bolhas começaram a fazer bolhas de sabão de forma que algumas caíssem espontaneamente dentro da caixa contendo um gás gerado como produto da reação do vinagre com o bicarbonato e observaram que as bolhas que caíam dentro da caixa apresentavam flutuação e as que saíam da caixa se direcionaram ao chão.

**Quarta etapa:** Após o desenvolvimento das atividades foi realizada uma segunda roda de conversa com os estudantes sobre os gases e a seguir fez-se uma sondagem do conhecimento adquirido com o estudo, por meio de um questionário (Apêndice 7) no *Google Forms* individual e sem consulta, que foi aplicado no laboratório de informática da escola. Esta etapa foi realizada em tempo total de uma hora/aula.

Os dados analisados foram coletados durante a observação dos participantes no processo de realização do trabalho e nas respostas obtidas nos dois questionários aplicados por meio do *Google Forms*, onde o primeiro visou identificar as concepções prévias que os estudantes possuíam sobre a temática, isso permitiu estabelecer parâmetros para a análise da aprendizagem (Pivatto, 2014). O segundo formulário permitiu avaliar se houve contribuições para a aprendizagem dos estudantes, após o desenvolvimento das atividades da Sequência Didática.

A análise das informações obtidas foi realizada de forma qualitativa, seguindo os padrões da análise de conteúdo proposta e descrita por Bardin (1977). Nela, técnicas de análise de comunicação buscam obter indicadores que permitam realizar inferências sobre o conteúdo presente no material analisado. A análise de conteúdo feita por categorias temáticas é a mais utilizada, sendo necessário o agrupamento de trechos com informações similares. As categorias emergem desse processo de agrupamento, revelando tendências e padrões nas respostas dos estudantes.

Essa metodologia de análise foi aplicada neste estudo, contemplando as três etapas clássicas propostas por Bardin: (i) pré-análise, voltada à organização do material e à formulação de hipóteses e indicadores; (ii) exploração do material, envolvendo a codificação e categorização das unidades de registro; e (iii) tratamento dos resultados e interpretação, em que se buscou a construção de sentidos e inferências a partir dos dados coletados.

A análise qualitativa de dados lida com a análise de um grande volume de material, onde o pesquisador realiza sua interpretação, atribuindo significados a textos pouco estruturados. Diante dessa dificuldade são ofertados diferentes softwares com a finalidade de facilitar o armazenamento e análise desse material. Porém, não há um software que faça a análise para o pesquisador, cada um deles possuem diferentes recursos e a escolha deve ser feita em alinhamento com os objetivos da pesquisa realizada (Nunes et al., 2017).

Para garantir maior consistência e rastreabilidade ao processo analítico, foi utilizado o software MAXQDA (versão 2024), ferramenta de apoio amplamente reconhecida em pesquisas qualitativas. O uso do software possibilitou a codificação sistemática das respostas dos estudantes, a organização das categorias temáticas emergentes e a geração de relatórios analíticos, assegurando maior rigor metodológico e transparência na interpretação dos resultados.

Dessa forma, a análise qualitativa realizada neste trabalho seguiu os princípios teóricos e metodológicos da Análise de Conteúdo de Bardin (1977), configurando-se como um procedimento científico válido para a interpretação das concepções e aprendizagens manifestadas pelos estudantes durante e após a implementação da Sequência Didática.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os dados obtidos foram coletados entre os dias 04 e 14 de novembro de 2024 e referem-se à participação de 25 estudantes de duas turmas da 2ª série do Ensino Médio, na modalidade Ensino Médio de Tempo Integral (2º EMTI1 e 2º EMTI2, n = 25), portanto, foram analisados em conjunto.

O projeto teve início na primeira semana do mês de novembro de 2024 quando foi apresentada a proposta de pesquisa aos estudantes e os esclarecimentos da importância da participação e engajamento nas atividades da pesquisa. Somente após o recebimento e verificação da documentação necessária para participação na pesquisa (TALE e TCLE), foram iniciadas as atividades do projeto.

A primeira etapa foi iniciada com a apresentação da proposta de trabalho e aplicação de um questionário individual por meio do *Google Forms* (Figura 1), com a finalidade de identificar as concepções prévias dos estudantes acerca do assunto a ser abordado, sendo informado que não seria realizada a identificação do participante.

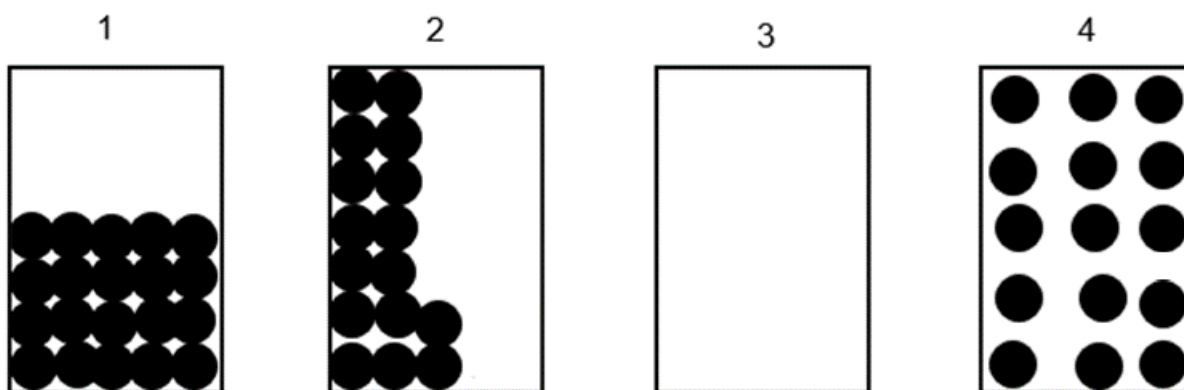
Figura 1 – Fotos da apresentação do projeto aos estudantes e da coleta de dados no *Google Forms*.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A Figura 2 apresenta o modelo teórico adotado nos materiais didáticos para ilustrar os estados físicos da matéria e utilizado como apoio ao Ensino de Química no Ensino Médio. A partir deste modelo foi elaborada a primeira questão do formulário com o seguinte questionamento aos estudantes: “Qual das imagens a seguir melhor representa uma substância no estado gasoso?”

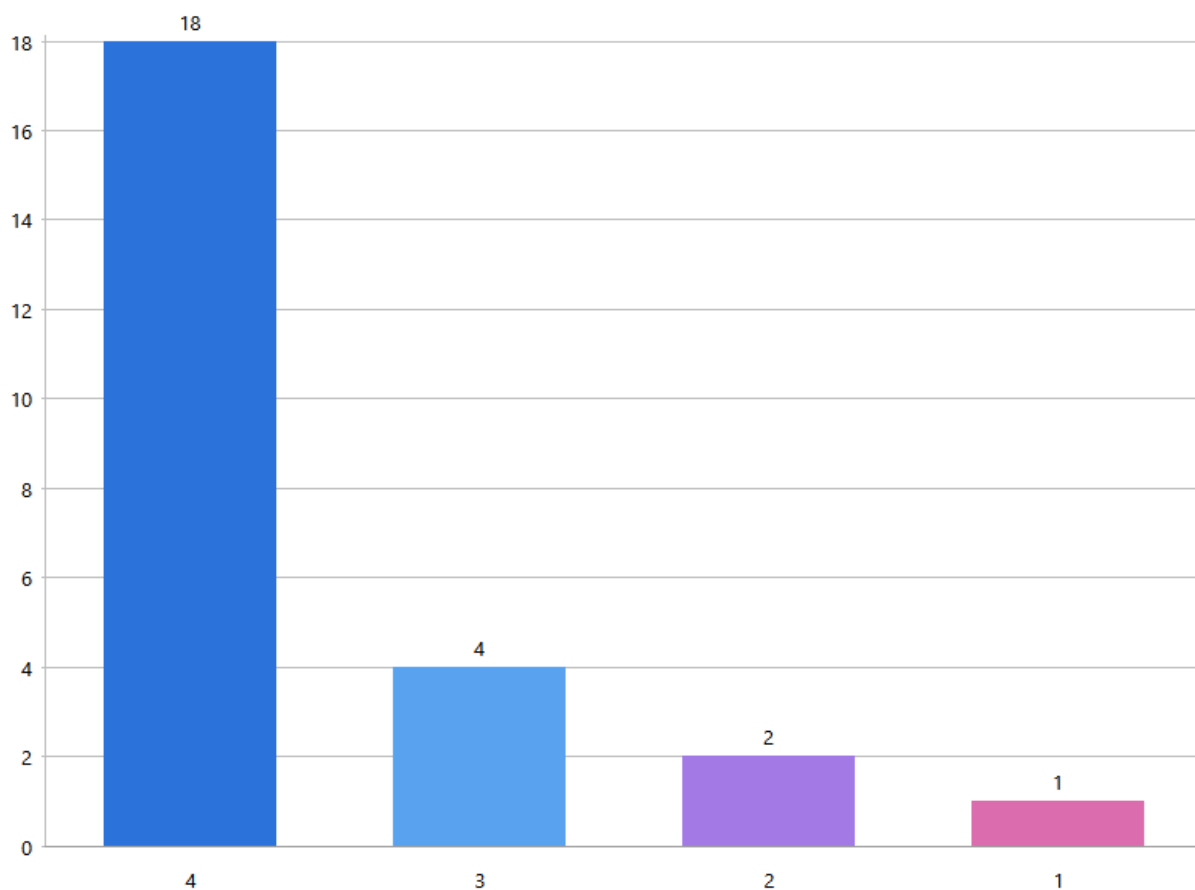
Figura 2 – Modelo teórico para representar o estado gasoso.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A Figura 3 apresenta as respostas dos estudantes sobre a representação teórica do estado gasoso.

Figura 3 – Respostas dos estudantes no levantamento das concepções prévias acerca do modelo representativo para o estado gasoso.  
Respostas dos estudantes (n=25)



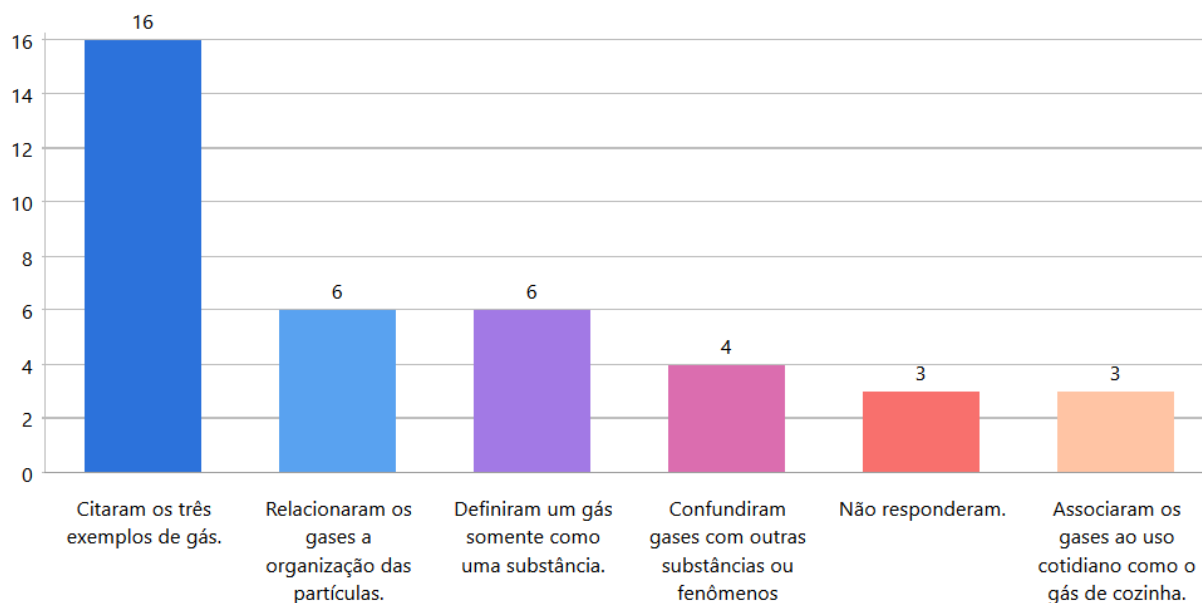
Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Verificamos que, entre os 25 estudantes participantes: 18 indicaram a imagem 4 como a que melhor representa uma substância no estado gasoso; 4 estudantes selecionaram a imagem 3; 2 apontaram a imagem 2; e 1 estudante escolheu a imagem 1 como a representação mais adequada desse estado da matéria. Observa-se, ainda, que 4 estudantes associam o conceito de gás à ideia de vazio, o que evidencia a presença de uma concepção alternativa acerca da natureza desse estado físico.

A Figura 4 apresenta a análise das respostas fornecidas para a segunda questão do questionário com as concepções prévias que os estudantes têm dos gases quando perguntados: “O que é um gás? Cite três exemplos”.

Figura 4 – Respostas dos estudantes no levantamento das concepções prévias sobre os conceitos de um gás.

Respostas dos estudantes (n=25)



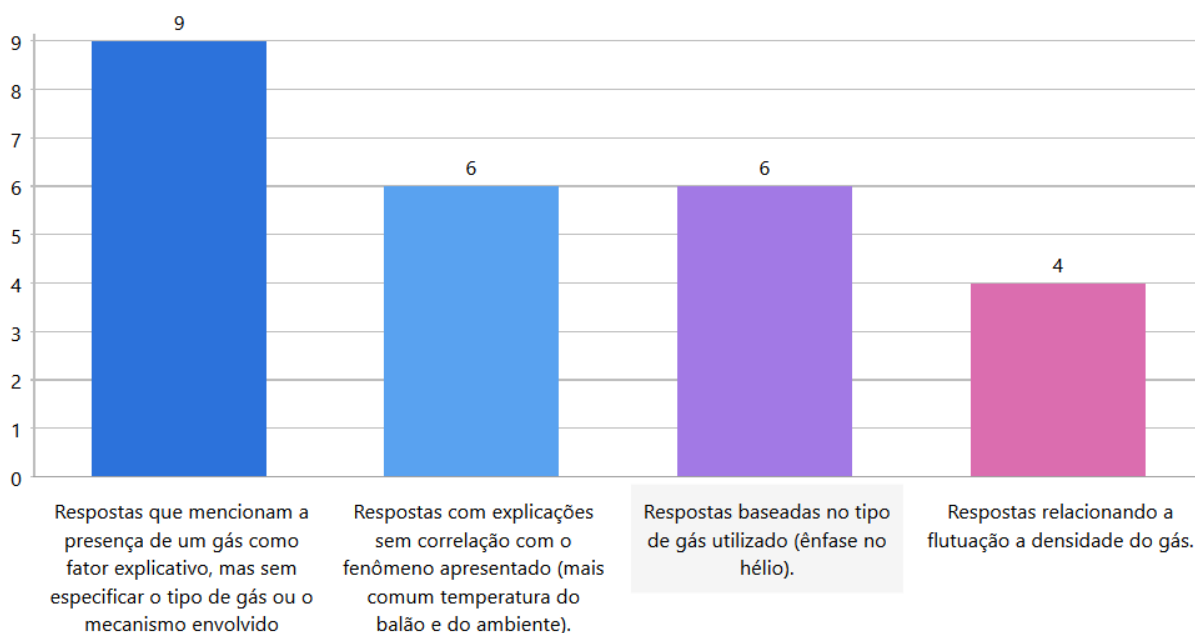
Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Constatamos que, do total de 25 estudantes participantes: 16 demonstraram conhecer os principais gases presentes no cotidiano, mencionando três exemplos, sendo os mais citados o dióxido de carbono, o oxigênio e o gás de cozinha; 6 relacionaram os gases a um dos estados de agregação da matéria; 6 apresentaram definições simplificadas, sem mencionar o conceito de partículas ou de movimento, como, por exemplo, “são substâncias muito pequenas”; 4 confundiu os conceitos de gases com outros fenômenos, como a formação de gotas de água; 3 associaram os gases a situações do cotidiano, como o uso do gás de cozinha ou de gases medicinais; e 3 não responderam à questão.

A Figura 5 apresenta a análise das respostas dos estudantes acerca da densidade dos gases quando a eles foi apresentada a seguinte situação problema: “Em festas e comemorações, é comum o uso de balões feitos de látex ou outros materiais. Você já reparou que alguns balões flutuam no ar, enquanto outros permanecem no chão, mesmo sendo feitos do mesmo material e tendo o mesmo tamanho? Esse fenômeno está relacionado às Leis dos Gases que descrevem como as propriedades dos gases influenciam seu comportamento. Você saberia explicar o que faz com que balões preenchidos com certos gases flutuem, enquanto aqueles preenchidos com ar comum não apresentam o mesmo comportamento?”

Figura 5 – Respostas dos estudantes no levantamento das concepções prévias sobre a densidade dos gases.

Respostas dos estudantes (n=25)

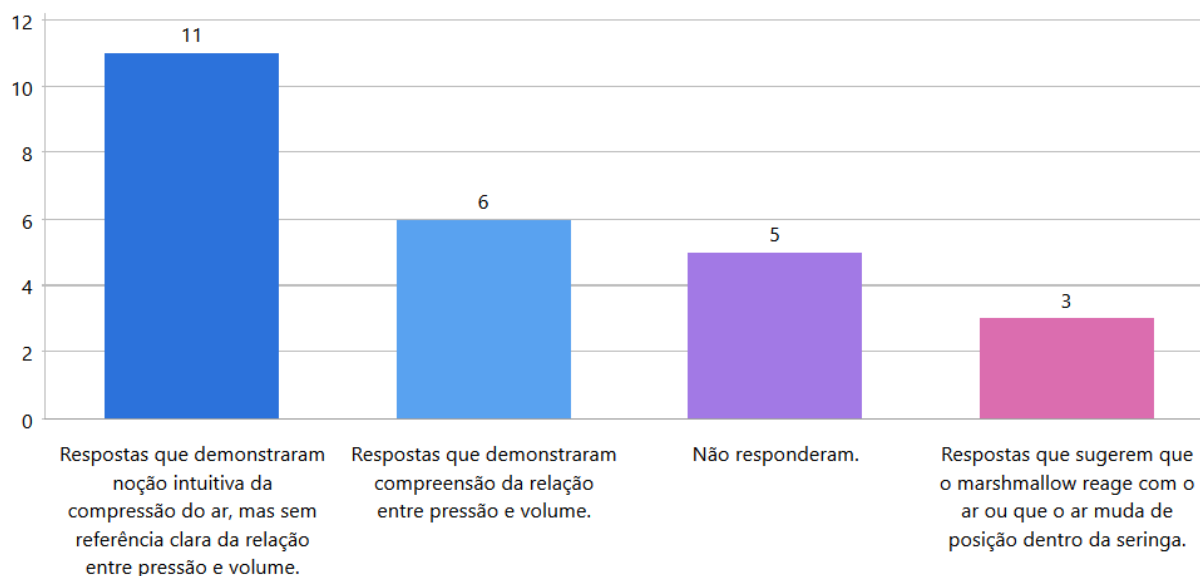


Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Constatamos que, entre os 25 estudantes participantes: 9 mencionaram a presença de um gás como fator explicativo, sem especificar o tipo de gás ou o mecanismo envolvido na flutuação dos balões; 6 apresentaram explicações sem correlação com a situação proposta, evidenciando dificuldade na compreensão dos fenômenos envolvidos; 6 identificaram corretamente o papel do gás hélio, destacando sua menor densidade em relação ao ar, embora nem sempre tenham utilizado a terminologia científica adequada; e, por fim, 4 estudantes reconheceram diretamente a densidade como fator determinante, estabelecendo a relação entre a densidade do gás contido no balão e a densidade do ar circundante.

A Figura 6 apresenta a análise das respostas dos estudantes com as concepções prévias da Lei de Boyle e como estes conseguiram identificar a relação entre pressão e volume quando a eles foi apresentada a seguinte situação problema: “Considere que um estudante colocou um pedaço de *marshmallow* dentro de uma seringa, tampou a saída de ar com o dedo, verificando que o volume do pedaço de *marshmallow* variava à medida que pressionava ou soltava o êmbolo. De que forma a compressão do êmbolo da seringa e a conseqüente mudança no volume do pedaço de *marshmallow* evidencia a relação entre pressão e volume, mantendo a temperatura constante? O que isso sugere sobre o comportamento do gás dentro da seringa?”

Figura 6 – Concepções prévias dos estudantes sobre a Lei de Boyle.  
Respostas dos estudantes (n=25)



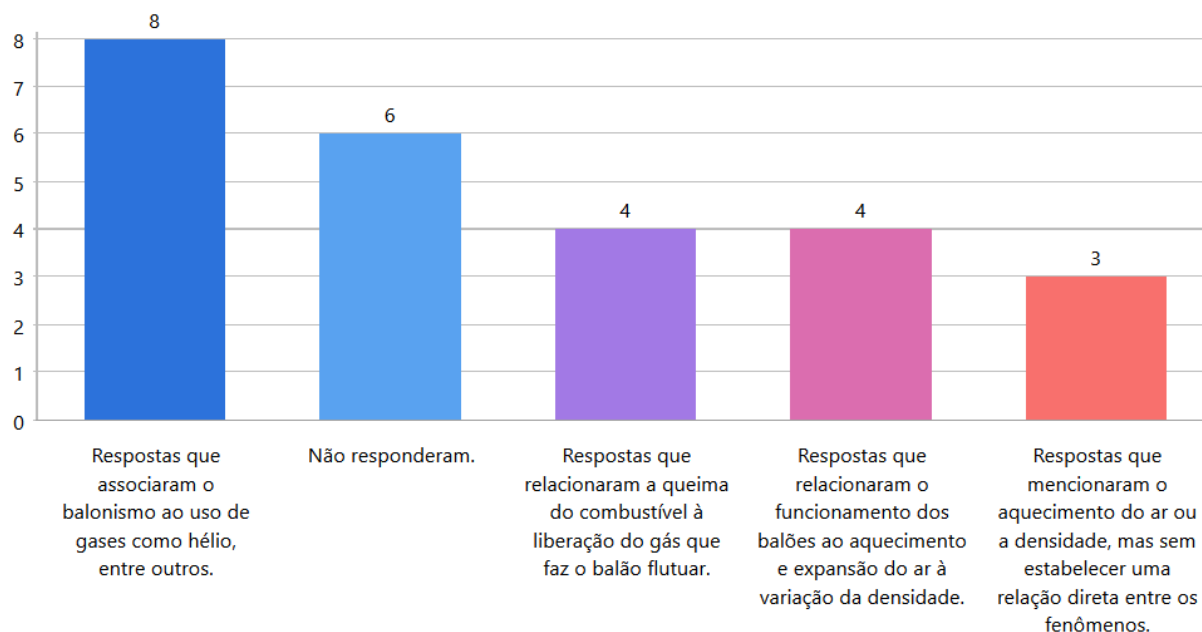
Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Verificamos que, entre os 25 estudantes participantes: 11 forneceram respostas que demonstraram noção intuitiva da compressão do ar dentro da seringa ao deslocar o êmbolo no sentido de diminuir o espaço disponível; 6 forneceram respostas que evidenciaram compreensão da relação entre pressão e volume; 5 não responderam à questão; e, por fim, 3 apresentaram respostas sugerindo a ocorrência de uma reação química do *marshmallow* com o ar ou a ideia de que o ar muda de lugar dentro da seringa.

A Figura 7 apresenta uma análise das concepções prévias dos estudantes acerca da Lei de Charles e da densidade quando a eles foi apresentada a seguinte situação problema: “O balonismo é um esporte praticado em diversas regiões do mundo, no qual grandes balões coloridos flutuam no céu, proporcionando vistas incríveis. Esses balões dependem de um processo específico para se elevarem e permanecerem no ar. Imagine que você é parte de uma equipe de balonismo e precisa explicar a um grupo de curiosos como o balão consegue flutuar e o que torna isso possível. Quais fatores relacionados aos gases, você acredita que influenciam o processo de elevação e flutuação dos balões? Como o comportamento do ar dentro e fora do balão pode contribuir para o voo?”

Figura 7 – Apresenta uma análise das concepções prévias dos estudantes acerca da Lei de Charles e da densidade.

Respostas dos estudantes (n=25)



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Verificamos que, entre os 25 estudantes participantes: 8 forneceram respostas que relacionam o voo dos balões ao uso de gases, como o hélio e o hidrogênio; 6 não responderam à questão; 4 forneceram respostas que relacionam a queima do combustível e a liberação de gases, como o  $\text{CO}_2$ , como sendo responsável pelo voo dos balões; outros 4 relacionaram o funcionamento dos balões ao aquecimento, à expansão do ar e à variação da densidade; e, por fim, 3 mencionaram o aquecimento do ar ou a densidade em relação ao voo dos balões, sem estabelecer uma relação direta entre os fenômenos.

A Figura 9 apresenta uma análise das concepções prévias dos estudantes acerca da Lei de Charles e Gay-Lussac que descreve a relação entre temperatura, pressão e volume dos gases quando a estes foi apresentada a seguinte situação problema: “Alguns frascos de vidro contendo medicamentos para gotas têm uma pequena abertura por onde as gotas devem sair até a dosagem desejada, conforme a imagem a seguir.

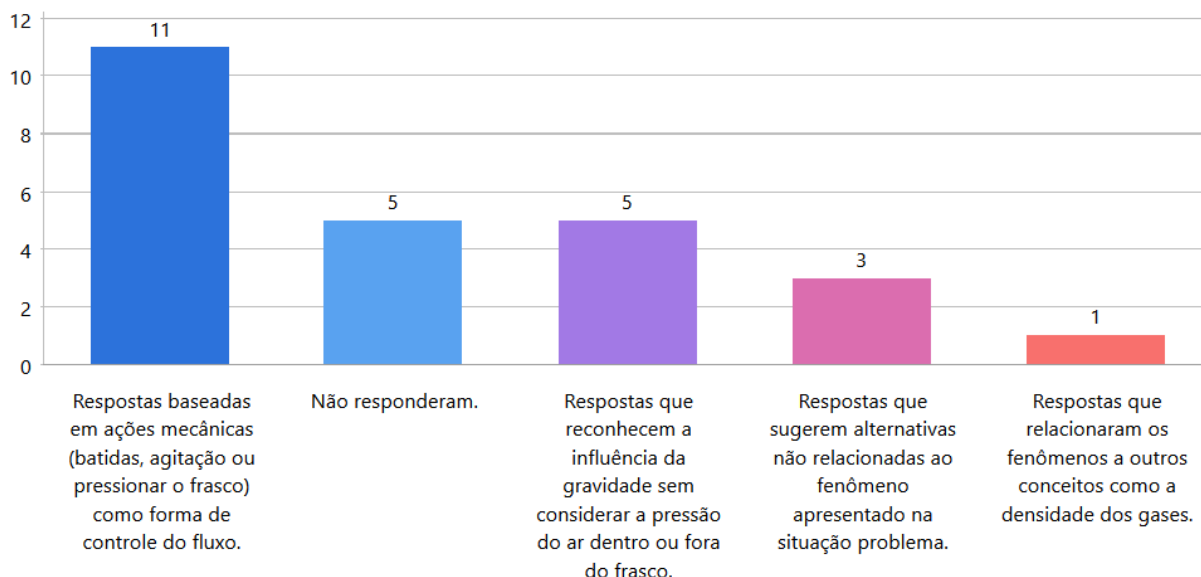
Figura 8 – Frasco de vidro contendo medicamento para gotas.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Quando o frasco é virado com a abertura para baixo e agitado com força, o ar na parte superior do frasco exerce pressão sobre o líquido, o que pode fazer com que as gotas saiam de forma descontrolada, liberando uma dose muito acima da desejada. Uma alternativa mais eficaz seria virar o frasco com a abertura para baixo e envolver seu fundo, onde se encontra a porção de ar acima do medicamento com as mãos. Isso faria com que as gotas saíssem de forma mais controlada. Proponha uma explicação para o processo, baseando-se nas informações apresentadas.”

Figura 9 – Concepções prévias dos estudantes sobre a Lei de Charles e Gay-Lussac.  
Respostas dos estudantes (n=25)



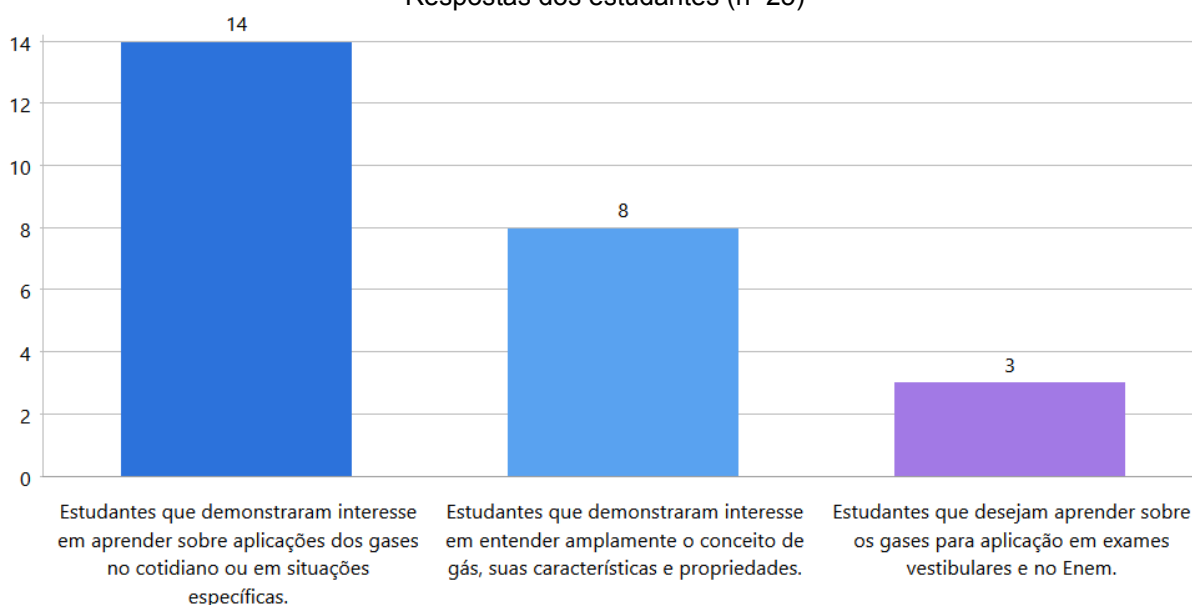
Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Observa-se que, entre os 25 estudantes participantes: 11 forneceram respostas baseadas em soluções mecânicas para a retirada da dose desejada do medicamento do frasco, já descritas na situação-problema como ineficientes, evidenciando baixa compreensão dos conceitos da Lei de Charles e Gay-Lussac; 5 não responderam à questão; outros 5 reconheceram a influência da gravidade, mas não consideraram o

papel da pressão do ar dentro ou fora do frasco; 3 sugeriram o uso de um equipamento auxiliar, como uma seringa; e, por fim, 1 relacionou os fenômenos a outros conceitos, como a densidade dos gases.

A figura 10 apresenta uma análise das expectativas dos estudantes, quanto ao que esperam aprender com a participação na pesquisa ao serem perguntados: “O que você espera aprender sobre os gases durante o estudo?”.

Figura 10 – Expectativas e interesses dos estudantes participantes da pesquisa.  
Respostas dos estudantes (n=25)



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Constatamos que entre os 25 estudantes participantes: 14 forneceram respostas demonstrando interesse em conhecer melhor as aplicações dos gases em atividades do cotidiano; 8 manifestaram interesse em aprofundar seus conhecimentos sobre os conceitos científicos relativos aos gases, suas características e propriedades; e, por fim, 3 demonstraram interesse em obter conhecimento suficiente para aplicar em exames de vestibulares e no ENEM.

Na segunda etapa, após os estudantes serem organizados em grupos de até quatro integrantes de livre escolha e que serão mantidos até a terceira etapa, foi entregue o material (Apêndice 2) de apoio para leitura e debate, como preparação para as atividades, seguindo o tempo previsto para a etapa. O material permaneceu em posse dos estudantes durante a segunda e terceira etapa.

Figura 11 – Foto da segunda etapa. Estudantes analisando o material de apoio a realização das atividades da Sequência Didática.



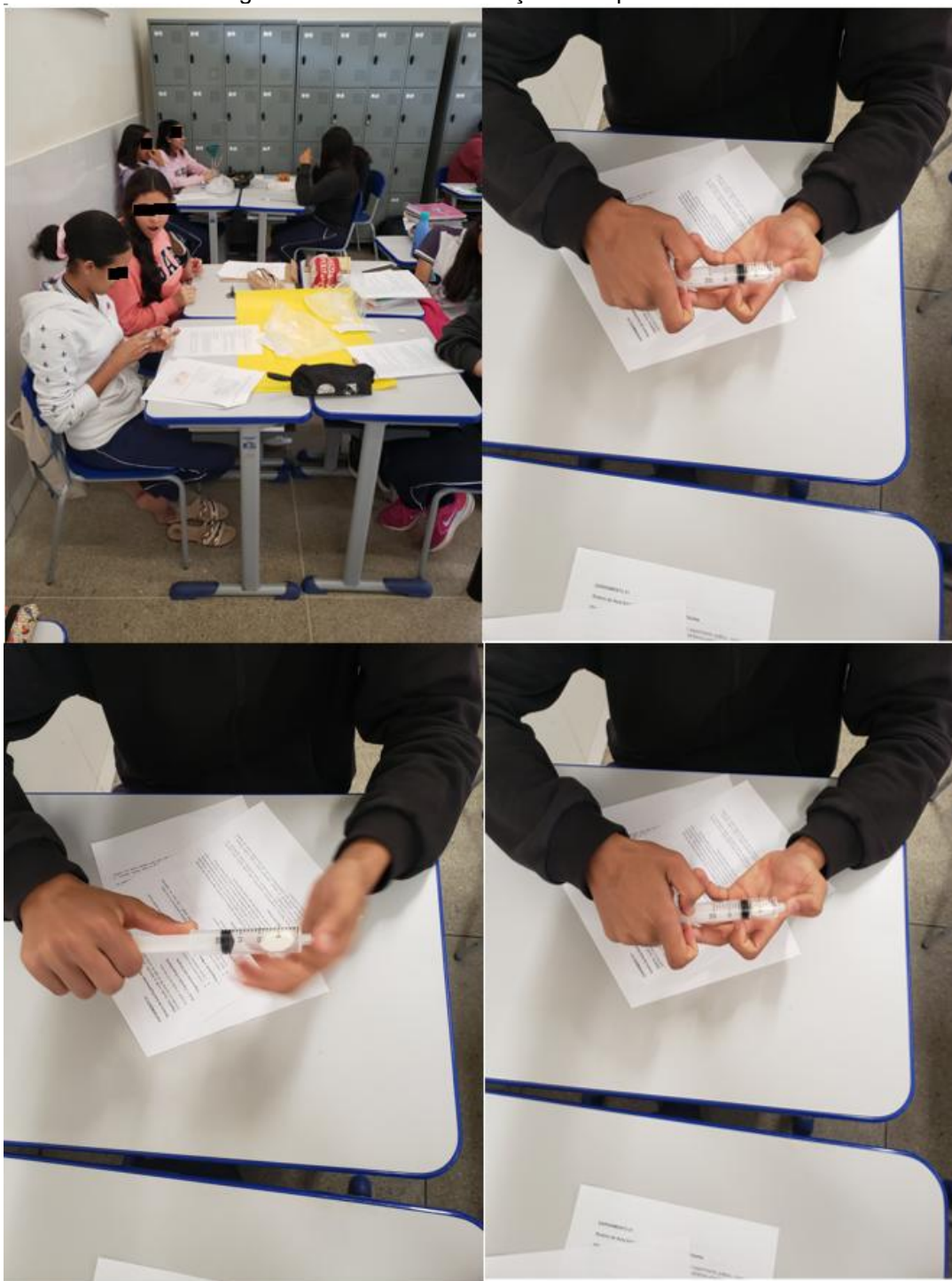
Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Na terceira etapa cada um dos grupos recebeu um roteiro, em um envelope lacrado sem identificação, com uma das quatro práticas a serem realizadas. Os materiais necessários foram expostos sobre uma mesa. Cada grupo realizou a abertura do envelope e a leitura do roteiro, identificando o experimento e separando os materiais necessários para a sua realização.

Cada um dos grupos realizou a prática de forma que os demais estudantes da turma pudessem acompanhar e observar conforme a descrição a seguir.

No experimento 1 (Apêndice 3), o grupo de estudantes não demonstrou dificuldades na execução do experimento e se mostraram surpresos com o fenômeno observado a ponto de se ouvir das conversas entre os membros do grupo que a mudança no volume do *marshmallow*, se devia ao aumento e diminuição da pressão interna na seringa.

Figura 12 – Fotos da realização do experimento 1.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

No experimento 2 (Apêndice 4), não foram observadas dificuldades do grupo de estudantes em executar o experimento, sendo perceptível nos diálogos entre os membros do grupo durante o processo, que o deslocamento do êmbolo na seringa, foi atribuído a expansão do gás provocada pelo aumento da temperatura interna na garrafa.

Figura 13 – Fotos da realização do experimento 2.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Experimento 3 (Apêndice 5), o grupo de estudantes não demonstrou dificuldades em executar o experimento, em seus comentários durante o processo, inferiram que a expulsão do líquido por meio do canudo se deu devido a expansão do gás ocasionada pelo aumento da temperatura interna na garrafa, que gera uma força sobre o líquido empurrando-o para fora, apesar de não mencionarem diretamente o termo “aumento de pressão”, é possível identificar que houve entendimento da relação entre o aumento da temperatura e a expansão do gás e consequente aumento da pressão. Questionaram ainda se seria possível adaptar o processo, para a transferir água do nível do solo, para caixas d’água localizadas sobre as casas, em regiões sem

energia elétrica usando o calor do sol, demonstrando a exploração de novas possibilidades para aplicação dos conceitos para solucionar problemas reais.

Figura 14 – Fotos da realização do experimento 3.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Experimento 4 (Apêndice 5), o grupo de estudantes não demonstrou dificuldades em executar o experimento e o encararam como uma brincadeira com bolhas de sabão, demonstrando grande satisfação com a prática. Nos seus comentários houve menção ao motivo pelo qual as bolhas pairavam no ar dentro da caixa que seria a diferença na densidade do gás dentro da caixa que seria maior que a densidade do gás que preenchia as bolhas, demonstrando entendimento adequado do fenômeno e dentro do esperado.

Figura 15 – Fotos da realização do experimento 4.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Após a realização dos experimentos, os grupos concluíram a terceira etapa, apresentando os relatórios dos experimentos aos demais estudantes das turmas, usando cartazes e o quadro branco para explanar as suas experiências durante o processo. Esta etapa foi concluída dentro do tempo previsto de três/horas aula.

Figura 16 – Fotos da conclusão da terceira etapa.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A quarta etapa foi realizada após o desenvolvimento das atividades da Sequência Didática, iniciando com uma roda de conversa com os estudantes sobre as experiências vividas durante o processo, os quais relataram ter sido muito prazerosa. Segundo eles, por terem tido a oportunidade de aprender conteúdos de forma diferente do usual, por meio de práticas e de forma autônoma, além de conseguirem relacionar conceitos científicos com o cotidiano, já que todos os materiais utilizados e as situações propostas fazem parte da vivência deles. Relataram ainda que não imaginavam que seria possível realizar experimentos tão legais sem um laboratório e com materiais tão comuns.

A seguir fez-se uma avaliação das atividades da Sequência Didática, por meio da aplicação do segundo questionário via *Google Forms*, de forma individual e sem consulta, no laboratório de informática da escola dentro do tempo previsto.

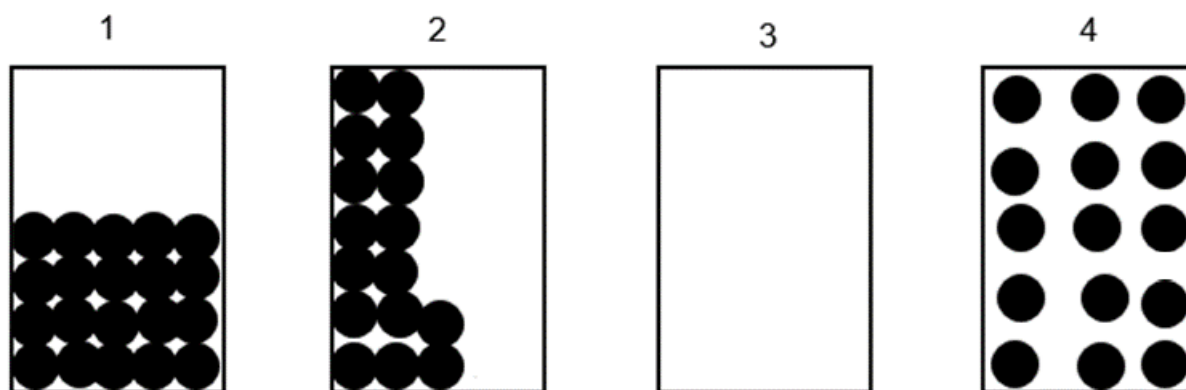
Figura 17 – Fotos da realização da quarta etapa.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A Figura 18 utilizada como base para formular a questão 1 do questionário, apresenta o modelo teórico adotado para representar o estado gasoso, foi apresentada aos estudantes a fim de identificar se estes reconhecem a descrição teórica do comportamento das partículas no estado gasoso. Os dados analisados foram coletados a partir da frequência de respostas fornecidas pelos estudantes ao seguinte questionamento: “Qual das imagens a seguir melhor representa uma substância no estado gasoso?”

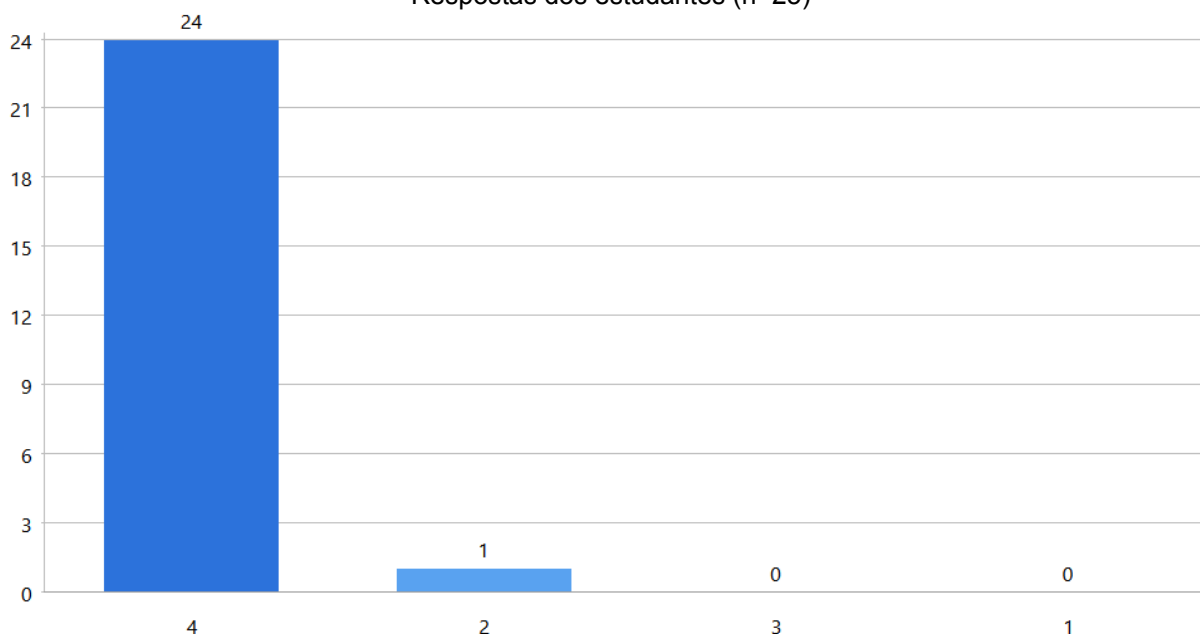
Figura 18 – Modelo teórico para representar o estado gasoso.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A Figura 19 apresenta a análise das respostas dos estudantes, sobre o modelo teórico utilizado para representar o estado gasoso.

Figura 19 – Quantidade de estudantes que identificaram o modelo representativo do estado gasoso, após as atividades da Sequência Didática.  
Respostas dos estudantes (n=25)



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Constatamos que, após a realização das atividades da Sequência Didática, entre os 25 estudantes participantes: 24 indicaram a imagem 4 como a que melhor representa uma substância no estado gasoso; 1 apontou a imagem 2 como a mais adequada; e nenhum estudante indicou as imagens 1 ou 3 como representação de uma substância nesse estado da matéria. Esses resultados são superiores aos encontrados por Sana, Arroio e Rezende (2016), ao analisarem os modelos construídos por estudantes do Ensino Médio, 2º e 3º anos, em atividades realizadas em conjunto, de uma escola particular da cidade de São Paulo-SP, para representar as mudanças de estados físicos da matéria no domínio submicroscópico do conhecimento químico. Nessa pesquisa, 69% dos estudantes reconheceram a existência de um distanciamento entre as partículas, embora não tenham correlacionado adequadamente as interações intermoleculares.

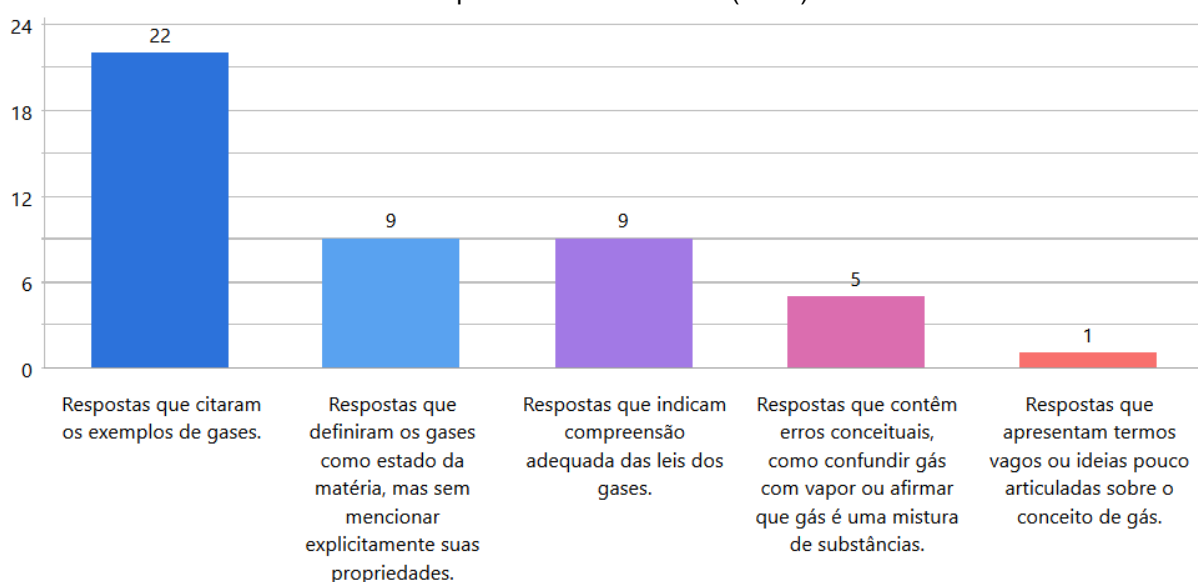
Os resultados são superiores também aos encontrados por Barboza, Diniz e Araújo (2011), ao analisarem as concepções alternativas de estudantes do Ensino Médio de duas escolas públicas da cidade de Diamantina-MG (A e B), onde 76% dos estudantes dos 2º anos da escola A e 60% da escola B, representaram as moléculas no estado gasoso com grande afastamento entre si ocupando todo o recipiente em

que se encontram. O estudo permitiu concluir também que os estudantes compreendem o efeito da energia cinética na interação intermolecular e na movimentação das moléculas.

Ao comparar os resultados com os da sondagem inicial, pode-se verificar que a visão dos estudantes em relação a representação do estado gasoso como sendo um vazio foi minimizada, demonstrando ampliação do conhecimento da teoria dos gases e da descontinuidade da matéria a nível microscópico.

A Figura 20 apresenta a análise das respostas dos estudantes, sobre os conceitos científicos do estado gasoso, bem como as propriedades e aplicações das Leis referentes aos gases em atividades do cotidiano.

Figura 20 – Respostas apresentadas pelos estudantes sobre os conceitos de um gás, após as atividades da Sequência Didática.  
Respostas dos estudantes (n=25)



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Constatamos que, após a realização das atividades da Sequência Didática, entre os 25 estudantes participantes: 12 apresentaram respostas citando exemplos de gases, sendo os mais mencionados o oxigênio, o gás carbônico, o hidrogênio, o metano e o hélio; 5 definiram um gás como um estado da matéria, sem menção a propriedades como expansão ou movimento das partículas; outros 5 apresentaram respostas indicando que as substâncias no estado gasoso ocupam todo o espaço disponível, possuem partículas em constante movimento, mantêm-se afastadas umas das outras, são altamente compressíveis e têm volume e densidade variáveis conforme a pressão e a temperatura; 3 estudantes apresentaram respostas contendo erros conceituais, como confundir gás com vapor ou afirmar que um gás é uma mistura

de substâncias; e, por fim, 1 estudante apresentou resposta com termos vagos ou ideias pouco articuladas sobre o conceito de gás.

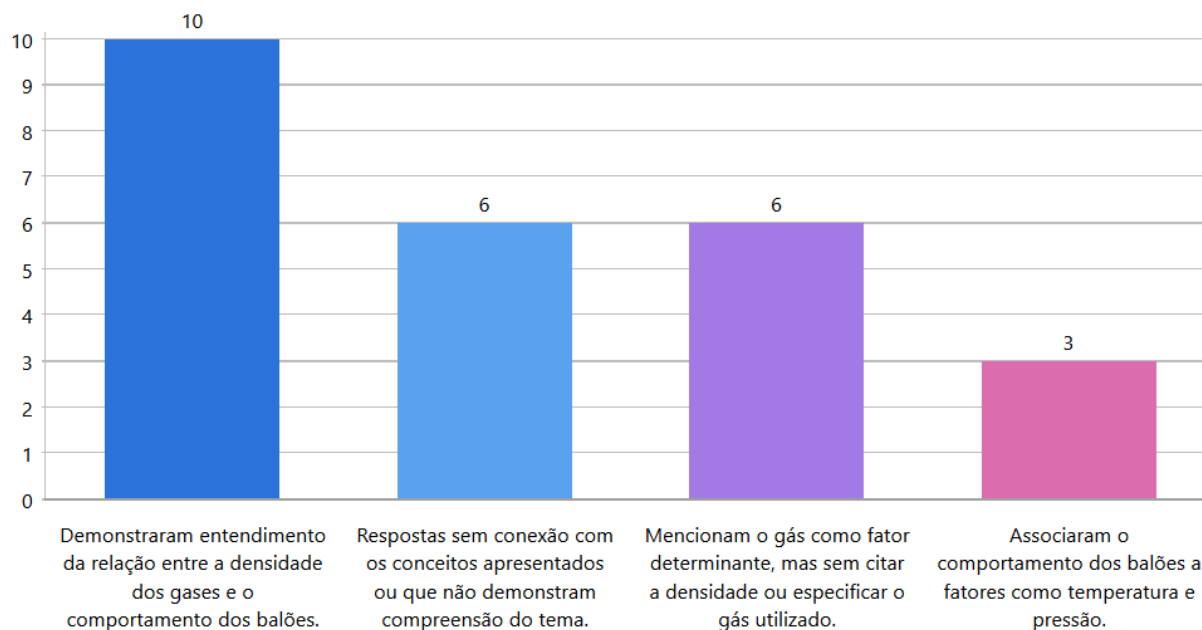
As respostas com descrições dentro do esperado (9) são condizentes com as identificadas por Silva, Lima e Bergamaski (2015) ao analisar as Concepções alternativas sobre gases de ingressantes do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Sergipe no Campus São Cristóvão. Nessa pesquisa, cerca de 18% dos estudantes demonstraram compreensão adequada sobre os gases, tanto em relação ao estado físico quanto ao modelo cinético.

Quando se considera que a descrição correta de um gás e a compreensão adequada das leis dos gases são ganhos na aprendizagem, ainda que feitas em separado, pode-se inferir que as atividades experimentais têm uma elevada contribuição no desempenho dos estudantes. Pois o somatório de estudantes que forneceram respostas seguindo estes critérios chegaram a 19, demonstrando melhoria na aprendizagem, principalmente na ampliação do conhecimento sobre a descrição conceitual dos gases, destacando três aspectos principais: o domínio do vocabulário científico, a compreensão da dinâmica do movimento das partículas e a identificação dos gases comuns do cotidiano.

A Figura 21 apresenta a análise das respostas dos estudantes acerca da densidade dos gases quando a eles foi apresentada a seguinte situação problema: “Em festas e comemorações, é comum o uso de balões feitos de látex ou outros materiais. Você já reparou que alguns balões flutuam no ar, enquanto outros permanecem no chão, mesmo sendo feitos do mesmo material e tendo o mesmo tamanho? Esse fenômeno está relacionado às Leis dos Gases que descrevem como as propriedades dos gases influenciam seu comportamento. Você saberia explicar o que faz com que balões preenchidos com certos gases flutuam, enquanto aqueles preenchidos com ar comum não apresentam o mesmo comportamento?”

Figura 21 – Respostas dos estudantes com abordagem da densidade dos gases após as atividades da Sequência Didática.

Respostas dos estudantes (n=25)



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

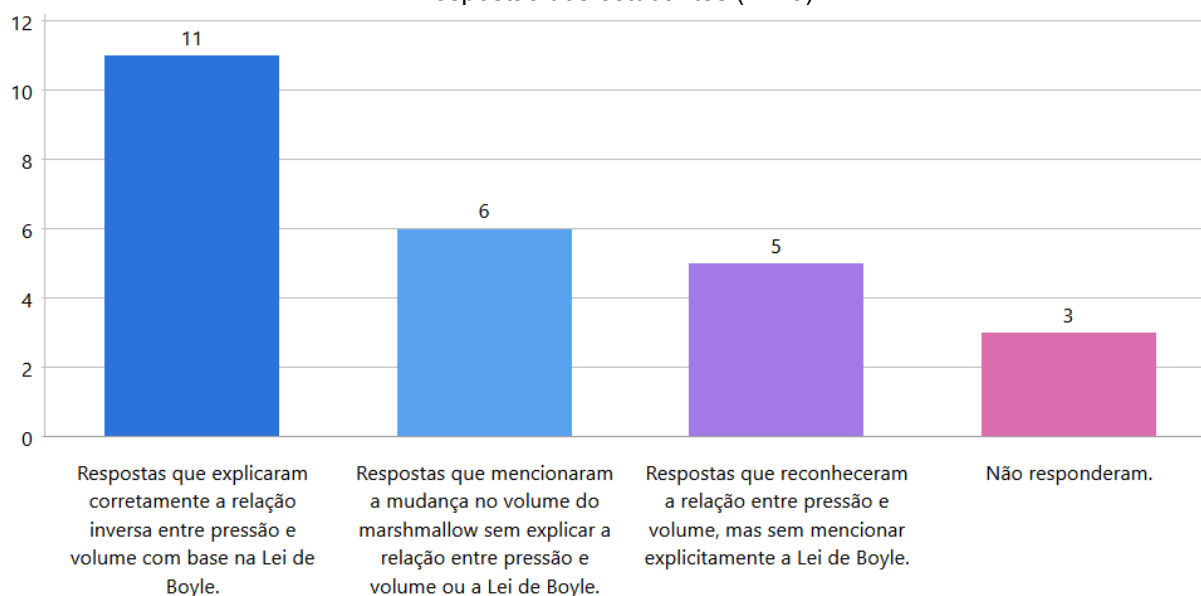
Verificamos que, após a realização das atividades da Sequência Didática, entre os 25 estudantes participantes: 10 forneceram respostas que demonstraram compreensão da relação entre a densidade dos gases e o comportamento dos balões, mencionando explicitamente a densidade e/ou a comparação com o meio circundante; essas respostas evidenciaram que os estudantes conseguiram associar a densidade dos gases ao comportamento de flutuar ou não, conforme observado no experimento com bolhas de sabão suspensas em dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ); 6 apresentaram explicações sem correlação com a situação proposta, indicando dificuldade em conectar o conhecimento prévio ou o experimento ao fenômeno observado; outros 6 forneceram respostas que mencionaram o gás como fator determinante, porém sem referência à densidade ou ao tipo de gás utilizado, o que demonstra percepção parcial da relação entre o gás e o comportamento do balão, mas sem detalhamento suficiente sobre o fenômeno físico; e, por fim, 3 estudantes associaram o comportamento dos balões a fatores como temperatura e pressão.

Temos que 10 estudantes descreveram a densidade como um fator determinante para o fenômeno da flutuação dos balões. Estes resultados são similares aos obtidos por Ambrózio (2014) ao realizar uma intervenção educacional com enfoque no ensino por investigação: abordando as temáticas termodinâmica e óptica. Nesse estudo, grupos de estudantes do ensino médio deveriam elaborar planos de investigação para os conceitos científicos abordados em situações problema, dentre eles, o fenômeno da flutuação de balões de hélio, em uma câmara

de gás preenchida com diferentes gases. Dentre os grupos participantes 53,45% relataram a necessidade, de que as densidades dos gases da câmara e dos balões deveriam ser diferentes.

A Figura 22 apresenta a análise das respostas dos estudantes sobre a abordagem da Lei de Boyle após a realização das atividades da Sequência Didática. Os dados coletados permitiram identificar que os estudantes conseguiram estabelecer a relação entre pressão e volume a temperatura constante em uma situação real, isto quando a eles foi apresentada a situação problema: “Considere que um estudante colocou um pedaço de *marshmallow* dentro de uma seringa, tampou a saída de ar com o dedo, verificando que o volume do pedaço de *marshmallow* variava à medida que pressionava ou soltava o êmbolo. De que forma a compressão do êmbolo da seringa e a consequente mudança no volume do pedaço de *marshmallow* evidencia a relação entre pressão e volume, mantendo a temperatura constante? O que isso sugere sobre o comportamento do gás dentro da seringa?”

Figura 22 – Respostas dos estudantes com abordagem da Lei de Boyle após as atividades da Sequência Didática.  
Respostas dos estudantes (n=25)



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Verificamos que, após a realização das atividades da Sequência Didática, entre os 25 estudantes participantes: 11 forneceram respostas que explicam corretamente a relação inversa entre pressão e volume com base nos conceitos da Lei de Boyle; 6 apresentaram respostas que mencionam a mudança no volume do *marshmallow*, porém sem explicitar a relação entre pressão e volume ou a referência à Lei de Boyle;

5 reconheceram a relação entre pressão e volume, mas sem mencionar explicitamente a referida lei; e 3 não responderam à questão proposta.

Frasão e Gomes (2019) ao realizarem uma análise das concepções de estudantes de ensino médio sobre os gases por meio de uma abordagem unicamente teórica do assunto, solicitaram aos estudantes que representassem os constituintes do ar em seringas antes e depois da compressão do êmbolo. Analisaram que 53% dos estudantes representaram os gases como um vazio, sem demonstrar a presença de matéria dentro das seringas. Outros 47% conseguiram representar os gases como matéria dentro das seringas, com diferentes concepções das interações entre seus constituintes e sem distinguir a visão macroscópica e microscópica.

Pompeo (2011) ao analisar os resultados obtidos em oficinas temáticas, para o estudo das propriedades dos gases, apresentou uma situação problema a estudantes do ensino médio antes e após a exibição de um vídeo. O vídeo apresentou a Lei de Boyle em um contexto cotidiano, ilustrando o estouro de um pacote de salgadinho dentro de um avião despressurizado a 2.000 metros de altitude. Antes da exibição, apenas 24% dos estudantes conseguiram relacionar o evento às Leis dos Gases, mesmo sem evidências de que tal situação realmente ocorresse. Após assistirem ao vídeo, esse número aumentou para 94%, demonstrando significativa melhoria na compreensão do fenômeno.

A comparação entre os resultados obtidos com a aplicação da Sequência Didática, baseada em atividades investigativas e aqueles alcançados por abordagens teóricas ou por vídeos sobre a Lei de Boyle indica que, quanto mais próxima do cotidiano do estudante é a metodologia utilizada no ensino de Química, maior é o estímulo ao protagonismo, ao interesse e ao desenvolvimento do aluno.

A Figura 24 apresenta a análise das respostas dos estudantes sobre a abordagem da Lei de Charles e Gay-Lussac, após a realização das atividades da Sequência Didática. Os dados foram coletados com a finalidade de identificar se os estudantes conseguiram identificar os conceitos da referida Lei em situações do dia a dia, como na situação problema: “Alguns frascos de vidro contendo medicamentos para gotas têm uma pequena abertura por onde as gotas devem sair até a dosagem desejada, conforme a imagem a seguir:

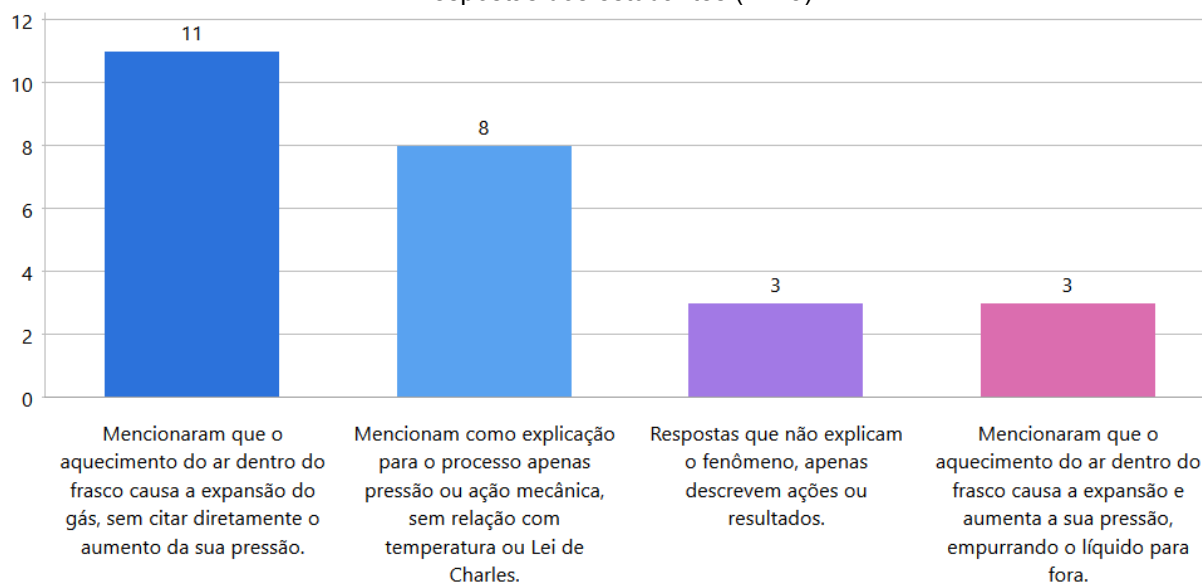
Figura 23 - Frasco de vidro contendo medicamento para gotas.



Fonte: elaborada pelo autor, 2023.

Quando o frasco é virado com a abertura para baixo e agitado com força, o ar na parte superior do frasco exerce pressão sobre o líquido, o que pode fazer com que as gotas saiam de forma descontrolada, liberando uma dose muito acima da desejada. Uma alternativa mais eficaz seria virar o frasco com a abertura para baixo e envolver seu fundo, onde se encontra a porção de ar acima do medicamento com as mãos. Isso faria com que as gotas saíssem de forma mais controlada. Proponha uma explicação para o processo, baseando-se nas informações apresentadas.”

Figura 24 – Respostas dos estudantes com abordagem da Lei de Charles e Gay-Lussac após as atividades da Sequência Didática.  
Respostas dos estudantes (n=25)



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

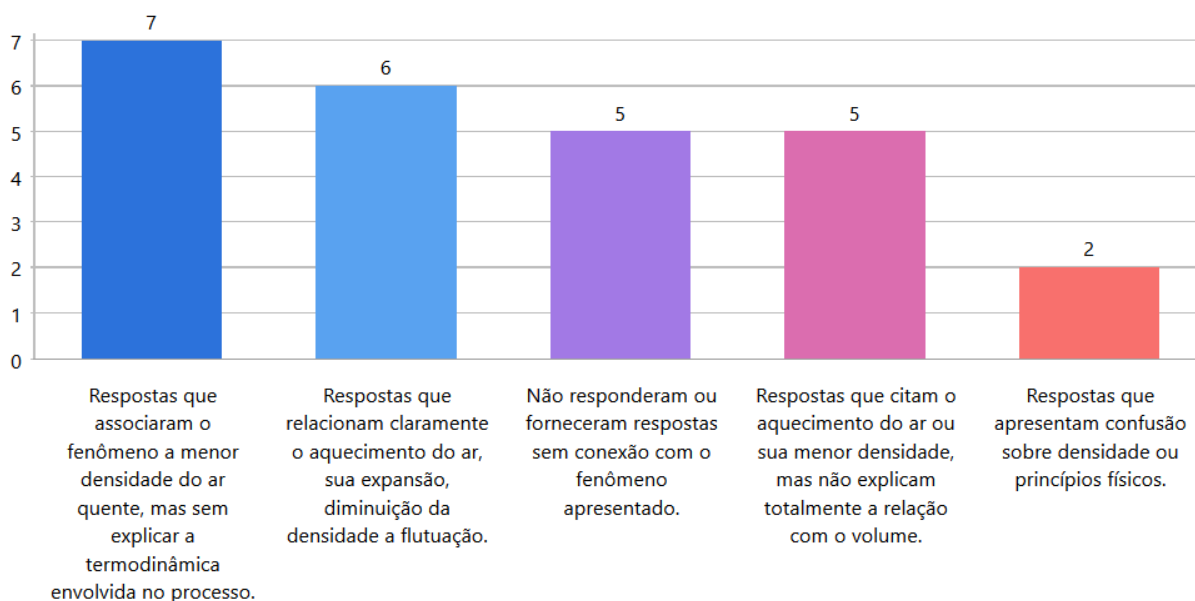
Verificamos que, após a realização das atividades da Sequência Didática, entre os 25 estudantes participantes: 11 relataram que o aquecimento do ar dentro do frasco causa a expansão do gás ali contido, sem mencionar diretamente o aumento da pressão; 8 relataram como explicação para o processo apenas a pressão ou ação mecânica, sem estabelecer relação com a temperatura ou com a Lei de Charles; 3 forneceram respostas que não explicam o fenômeno, limitando-se à descrição de

ações ou resultados; e 3 relataram que o aquecimento do ar dentro do frasco causa sua expansão e o aumento da pressão, empurrando o líquido para fora, demonstrando entendimento adequado das Leis de Charles e Gay-Lussac.

Estes resultados foram comparados com os resultados encontrados por Santos (2022), em que foram analisados resultados a partir do desenvolvimento de uma Sequência Didática, baseada no ensino híbrido para o estudo dos gases e do plasma. No trabalho em questão, estudantes do ensino médio foram apresentados a uma situação problema com a descrição de imagens, de uma garrafa contendo um balão preso ao seu gargalo antes e após ser mergulhada em água quente. Quando indagados sobre o motivo do balão se encher quando a garrafa foi mergulhada na água quente, dos 32 estudantes participantes, 24 deles forneceram respostas que evidenciam o entendimento de que o aumento da temperatura do gás no interior da garrafa, causa a sua expansão.

A Figura 25 apresenta a análise das respostas dos estudantes sobre a abordagem da Lei de Charles, após a realização das atividades da Sequência Didática. Os dados coletados permitem concluir que os estudantes conseguiram identificar os conceitos da referida Lei em uma situação do dia a dia, como na situação problema: “O balonismo é um esporte praticado em diversas regiões do mundo, no qual grandes balões coloridos flutuam no céu, proporcionando vistas incríveis. Esses balões dependem de um processo específico para se elevarem e permanecerem no ar. Imagine que você é parte de uma equipe de balonismo e precisa explicar a um grupo de curiosos como o balão consegue flutuar e o que torna isso possível. Quais fatores relacionados aos gases, você acredita que influenciam o processo de elevação e flutuação dos balões? Como o comportamento do ar dentro e fora do balão pode contribuir para o voo?”

Figura 25 – Respostas dos estudantes sobre a abordagem da Lei de Charles e a densidade após as atividades da Sequência Didática.  
Respostas dos estudantes (n=25)



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Verificamos que, após a realização das atividades da Sequência Didática, entre os 25 estudantes participantes: 7 forneceram respostas que associam o fenômeno à menor densidade do ar quente, mas sem explicar a termodinâmica envolvida no processo de flutuação dos balões; 6 forneceram respostas que relacionam claramente o aquecimento do ar, sua expansão e a consequente diminuição da densidade à flutuação dos balões; 5 não responderam ou forneceram respostas sem conexão com o fenômeno apresentado; outros 5 relataram que a flutuação dos balões está relacionada ao aquecimento do ar ou à sua menor densidade, mas não explicam totalmente a relação com o volume; e 2 forneceram respostas que apresentam confusão sobre densidade ou princípios físicos, como: *“O ar quente que está no balão é mais denso do que o ar da atmosfera, dessa maneira fazendo o balão flutuar”* ou ainda *“O aquecimento acontecido com todo ar em volta.”*

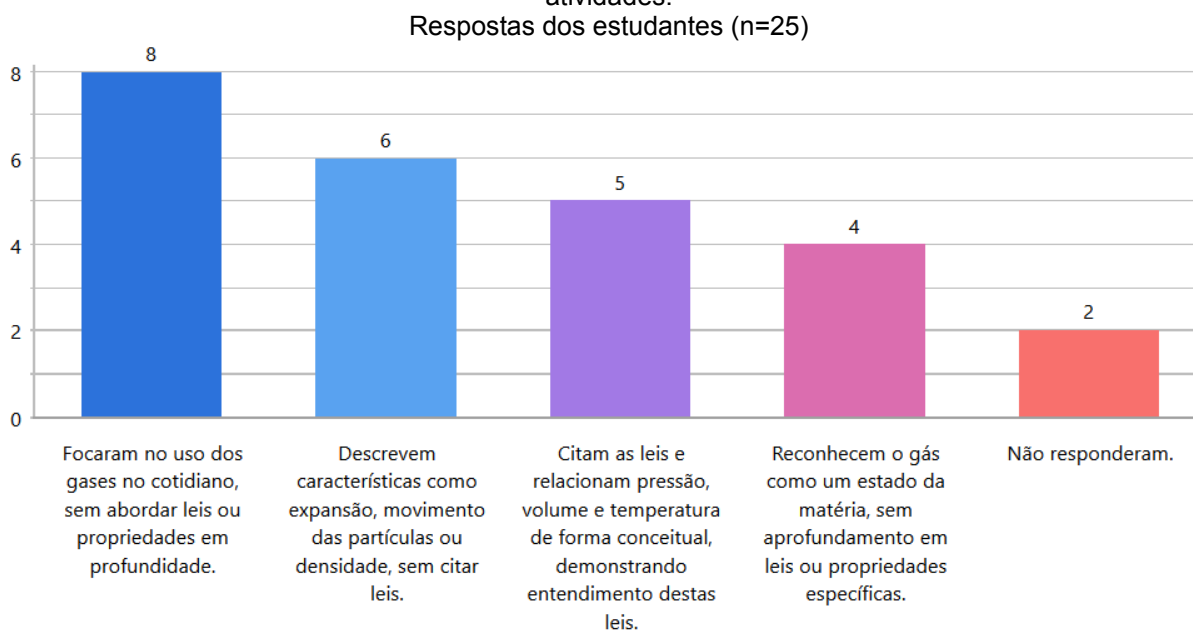
Estes resultados se assemelham aos encontrados por Pompeo (2011), ao analisar os resultados obtidos em oficinas temáticas para o estudo das propriedades dos gases. Ao apresentar uma situação problema a estudantes do ensino médio indagando o motivo pelo qual balões de festas e balões de ar quente, apesar de serem preenchidos com o mesmo gás, somente os de ar quente flutuam. O autor verificou que 42% dos estudantes participantes conseguiram fornecer explicações relacionando o aumento da temperatura a expansão do gás e consequente diminuição da densidade.

Como o conceito de densidade e o fenômeno da flutuação de balões é citado nos diversos níveis de ensino, os resultados obtidos também foram comparados com

os encontrados por Kadooca e De Quadros (2022). Esses autores avaliaram práticas epistêmicas no ensino remoto emergencial, em que 24 estudantes do ensino fundamental responderam a um questionário sobre o voo de balões de ar quente, dos quais onze forneceram respostas relacionando o fenômeno a uma menor densidade do ar quente.

A Figura 26 apresenta a análise das respostas fornecidas pelos estudantes ao seguinte questionamento: “O que você aprendeu sobre os gases durante o estudo?”.

Figura 26 – Declarações dos estudantes sobre o que aprenderam em relação aos gases, após as atividades.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Constatamos que, após a realização das atividades da Sequência Didática, entre os 25 estudantes participantes: 8 relataram ter aprendido muito sobre a importância dos gases no cotidiano, porém sem abordar leis ou propriedades; 6 demonstraram ter aprendido sobre algumas características dos gases, como expansão, movimento das partículas ou densidade, mas sem citar leis; 5 assimilaram conhecimento sobre as leis dos gases, como a Lei de Boyle, a Lei de Charles e a Lei de Charles e Gay-Lussac, relacionando pressão, volume e temperatura de forma conceitual, evidenciando compreensão desses princípios; 4 reconheceram que um gás é um estado físico da matéria, sem aprofundar nos conceitos das leis ou nas propriedades; e 2 não responderam à questão proposta.

Identificamos que 17 estudantes apresentaram um ótimo desempenho na aprendizagem a partir da aplicação da Sequência Didática. Desses, cinco destacaram-se com um desempenho excepcional, enquanto 14 demonstraram

compreensão satisfatória, revelando condições favoráveis para consolidar e aprofundar o conhecimento adquirido.

Esses resultados corroboram com os achados por Dias et al. (2015), que avaliaram o uso de aulas práticas no processo de aprendizagem de estudantes do ensino médio em duas escolas com abordagens distintas no ensino de Química. Na instituição em que o professor integrou aulas experimentais à teoria, apenas 26,4% dos alunos relataram dificuldades na compreensão dos conteúdos relacionados aos gases. Em contrapartida, na escola cuja metodologia baseava-se exclusivamente em aulas teóricas, esse percentual aumentou para 72,2%, evidenciando o impacto positivo da experimentação na aprendizagem dos estudantes.

## **6 CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES DO TRABALHO PARA O ENSINO DE QUÍMICA.**

A presente pesquisa teve como propósito a elaboração e avaliação de uma Sequência Didática voltada ao estudo dos gases no Ensino Médio, estruturada a partir de atividades investigativas e contextualizadas, com o objetivo de articular teoria e prática em um processo de construção do conhecimento. A proposta, fundamentada em referências científicas e em uma abordagem experimental acessível, buscou promover o protagonismo, a autonomia intelectual e a construção ativa do conhecimento, tornando o ensino de Química mais dinâmico, inclusivo e próximo da realidade dos estudantes.

Os resultados evidenciaram um aumento expressivo na compreensão dos estudantes sobre as propriedades e leis dos gases, bem como no uso adequado da linguagem científica, indicando que a metodologia adotada contribuiu efetivamente para a alfabetização científica. A experimentação, associada à problematização de situações do cotidiano, mostrou-se um recurso eficaz para favorecer a transição entre os níveis macroscópico, submicroscópico e simbólico da representação química, conforme defendido por Johnstone (1993). Essa integração possibilitou aos estudantes não apenas observar fenômenos, mas também explicá-los com base em modelos teóricos, fortalecendo a compreensão conceitual e a capacidade de raciocínio científico.

O desenvolvimento da Sequência Didática, mediado pela atuação do professor como orientador e incentivador da reflexão crítica, favoreceu a interação entre os grupos e estimulou a participação ativa dos estudantes. O papel docente, nesse

contexto, ultrapassou a mera transmissão de conteúdos e passou a envolver o estímulo à formulação de hipóteses, à análise de resultados e à elaboração de conclusões fundamentadas em evidências, contribuindo diretamente para a formação de sujeitos autônomos, críticos e cientificamente letrados.

As atividades propostas demonstraram que é possível desenvolver práticas experimentais seguras, de baixo custo e adaptáveis a diferentes realidades escolares, reforçando que a ausência de laboratórios equipados não constitui impedimento para a vivência de experiências significativas. Essa constatação traz implicações relevantes para a formação de professores, ao destacar a importância de metodologias criativas e investigativas que valorizem a contextualização e o diálogo entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

A Sequência Didática elaborada mostrou-se eficiente não apenas para o ensino dos gases, mas também como modelo metodológico replicável para outros conteúdos da Química, em consonância com as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e do Plano de Curso do Estado de Minas Gerais. Sua estrutura, fundamentada na sondagem das concepções prévias, no trabalho colaborativo, na experimentação e na avaliação reflexiva, contribui para o desenvolvimento de competências essenciais, como a análise crítica e a resolução de problemas.

Em síntese, a pesquisa reafirma que o ensino de Química, quando mediado por metodologias investigativas e contextualizadas, favorece o engajamento, a motivação e o sentimento de pertencimento dos estudantes, transformando o processo de ensino-aprendizagem em uma construção coletiva e reflexiva. A abordagem proposta se mostrou um caminho promissor para o fortalecimento da alfabetização científica e para a formação de cidadãos críticos, conscientes e capazes de compreender e intervir no mundo com base em princípios científicos. Espera-se, assim, que a Sequência Didática aqui apresentada sirva de inspiração para professores e pesquisadores comprometidos com a inovação pedagógica e com a melhoria da qualidade do ensino de Química nas escolas brasileiras.

## 7 REFERÊNCIAS

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012. Cap. 4 – Propriedades dos gases, p. 133–170.

BARBOZA, L. D.; DINIZ, C. F.; ARAÚJO, A. O. Concepções alternativas de estudantes do Ensino Médio de Diamantina na representação de mudanças de estados físicos da matéria. **VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC**, Campinas, 2011.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. n. 70. Lisboa: Edições 70, 1977.

BOCATO, D. C. C. Atividades experimentais investigativas na disciplina de Química: perspectivas e possibilidades. **Colloquium Humanarum**, [S. l.], v. 11, p. 1–12, 2014. ISSN 1809-8207.

BORGES, P. B. P.; GOI, M. E. J. Impressões dos estudantes da Educação Básica sobre a articulação da metodologia de resolução de problemas e experimentação no ensino de Química. **Revista Educar Mais**, [S. l.], v. 6, p. 990–1013, 2022. DOI: 10.15536/reducarmais.6.2022.2966. Disponível em: <<https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/educarmais/article/view/2966>>. Acesso em: 4 jun. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.

CALDAS, D.; PENELUC, M.; PINHEIRO, B. Poluição atmosférica: uma forma de ensino dos gases numa perspectiva histórico-crítica. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, [S. l.], v. 35, n. 2, 2018. Disponível em: <<https://www.revistaea.org/pf.php?idartigo=3345>>. Acesso em: 12 jun. 2025.

CARVALHO, H. N. de; LEITE, J. L.; CHACON PESSOA DE LIMA, R.; CARVALHO OLIVEIRA, J. C.; TINTORER DELGADO, O. A. Experimentação no ensino de Ciências: utilizando a Química como proposta para experimentação no Mestrado de Ensino de Ciências. **Ambiente: Gestão e Desenvolvimento**, [S. l.], v. 11, n. 1, p. 52–64, 2018. DOI: 10.24979/130. Disponível em: <<https://periodicos.uerr.edu.br/index.php/ambiente/article/view/130>>. Acesso em: 14 maio 2023.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, n. 22, p. 89–100, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbedu>. Acesso em: 10 out. 2024.

COSTA, J. D. S.; LIMA, J. P. M.; SARMENTO, V. H. V. Aproximações e distanciamentos dos conceitos de gás e vapor nos livros didáticos de Química aprovados no PNLEM 2018. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 11, n. 1, p. 48–63, 2020. DOI: 10.26843/rencima.v11i1.2219. Disponível em: <<https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/2219>>. Acesso em: 4 jun. 2023.

CUNHA, M. B. A Química “mal dita” em **Fake Science**. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 12, n. 6, p. 1–25, 2021.

DA SILVA, A. M.; PROV. Proposta para tornar o ensino de Química mais atraente. **Reverendo Quim. Ind.**, v. 711, n. 7, 2011.

EITERER, C. L.; MEDEIROS, Z. **Metodologia de pesquisa em educação**. Curso de Pedagogia UAB UFMG FAE/UFMG. Belo Horizonte, 2010.

FRANÇA, A. A. **Atividades experimentais para o ensino de gases em período de aulas remotas**. 2021. Disponível em: <[https://ProfQui.iq.ufrj.br/wp-content/uploads/2022/02/UFV\\_Dissertacao-Alexsandro-Araujo-Franca\\_2018.pdf](https://ProfQui.iq.ufrj.br/wp-content/uploads/2022/02/UFV_Dissertacao-Alexsandro-Araujo-Franca_2018.pdf)>. Acesso em: 12 jun. 2025.

FRASÃO, P. A. B.; GOMES, M. F. T. Investigação de concepções de estudantes do Ensino Médio sobre o estado gasoso. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC**, 12., 2019, Natal. Anais... Natal: UFRN, 2019. Disponível em: <<https://abrapec.com/enpec/xii-enpec/anais/resumos/1/R1617-1.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2024.

JOHNSTONE, A. H. The development of chemistry teaching: a changing response to changing demand. **Journal of Chemical Education**, v. 70, p. 701–704, 1993. Disponível em: <<https://sci-hub.se/10.1021/ed070p701>>. Acesso em: 15 jun. 2024.

KIEFER, N. I.; PILATTI, L. A. Roteiro para a elaboração de uma aula significativa. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 7, n. 1, 2014.

LEVINE, I. N. **Físico-Química**. 6. ed. v. 1. Rio de Janeiro: LTC, 2011. p. 10–14.

LOCATELLI, A.; MACUGLIA, U. As séries de TV como ferramenta pedagógica no ensino de Química. **Revista Thema**, v. 15, n. 4, p. 1294–1301, 2018.

MAXQDA. **Qualitative Data Analysis Software**. Disponível em: <<https://www.maxqda.com/brasil>>. Acesso em: 14 abr. 2023.

MILARÉ, T.; RICHETTI, G. P.; FILHO, J. de P. Alves. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, ago. 2009.

MINAS GERAIS. Secretaria Estadual de Educação. **Currículo Referência de Minas Gerais: Plano de Curso 2023 – 2º ano do Ensino Médio: Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. Disponível em: <[https://drive.google.com/file/d/1AGHthVfJj1PWsqGZj1Sq-y56dxXc\\_cwE/view](https://drive.google.com/file/d/1AGHthVfJj1PWsqGZj1Sq-y56dxXc_cwE/view)>. Acesso em: 2 jun. 2023.

NUNES, J. V. et al. A pesquisa qualitativa apoiada por softwares de análise de dados: uma investigação a partir de exemplos. **Revista Fronteiras – Estudos Midiáticos**, v. 19, n. 2, Florianópolis, 2017.

OLIVEIRA, A. M.; DELOU, C. M. C. Principais dificuldades identificadas no ensino-aprendizagem de Química para o Ensino Médio: revisão sistemática. **Preprints SciELO**, 2023. DOI: 10.1590/SciELOPreprints.5700. Disponível em: <<https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/view/5700>>. Acesso em: 1 nov. 2023.

PEREIRA, J. G. N.; SAMPAIO, C. de G. A experimentação no ensino de Química durante a Educação Básica no Brasil: reflexões de uma revisão da literatura. **Revista Debates em Ensino de Química**, [S. l.], v. 8, n. 3, p. 319–337, 2022. DOI: 10.53003/redequim.v8i3.5120. Disponível em: <<https://journals.ufpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/5120>>. Acesso em: 4 jun. 2023.

PEREIRA, P. R. da S.; SILVA, K. N. P. Trabalho docente e ensino de Química no Ensino Médio Integral. **Educação: Teoria e Prática**, v. 29, n. 61, p. 404–421, 2019.

PIVATTO, W. B. Os conhecimentos prévios dos estudantes como ponto referencial para o planejamento de aulas de Matemática: análise de uma atividade para o estudo de geometria esférica. **Revista de Matemática**, v. 9, n. 1, 2014.

POMPEO, A. A. **Aplicação de oficinas temáticas para o estudo das propriedades dos gases**. UFRGS, 2011. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/32770>>. Acesso em: 18 dez. 2024.

SANA, T. C. V.; ARROIO, A.; REZENDE, D. de B. Análise de modelos de estudantes de Ensino Médio sobre mudanças de estados físicos da matéria no domínio submicroscópico do conhecimento químico. **XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química – ENEQ**, Florianópolis, 25–28 jul. 2016. Disponível em: <<https://eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R1327-1.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2025.

SANDONATO, N. M. et al. Avaliação de uma sequência didática para estudo das Leis dos Gases: uma conexão entre o ano internacional da ONU (2017) e o uso de balões a ar quente. **Scientia Naturalis**, v. 1, n. 3, 2019.

SANTOS, W. L. P.; PORTO, P. A. A pesquisa em ensino de química como área estratégica para o desenvolvimento da química. **Química Nova**, v. 36, p. 1570-1576, 2013.

SANTOS, R. D. **Sequência didática baseada no ensino híbrido para o estudo dos gases e do plasma**. 2022. Disponível em: <<https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/2900>>. Acesso em: 15 dez. 2024.

SILVA, F. L. da; MUZARDO, F. T. Estudo exploratório sobre o espaço escolar: a percepção de professores de escolas públicas. **Revista Thema**, v. 13, n. 1, p. 65–78, 2016.

SILVA, J. C.; LIMA, J. P. M.; BERGAMASKI, K. Concepções alternativas sobre gases de ingressantes do curso de Licenciatura em Química da UFS/Campus São Cristóvão. **Scientia Plena**, v. 11, n. 6, 2015.

SILVA, R. C. B. **Físico-Química**. Fortaleza: Universidade Estadual do Ceará, 2019. p. 22.

TEODORO, P. V.; CURY, L. K. P. A potência da experimentação investigativa no estudo de gases: resultados de uma pesquisa que transcende práticas demonstrativas. **Conjecturas**, v. 21, n. 6, 2021.

## 8 ANEXOS

### 8.1 ANEXO 1- Parecer do Comitê de ética e Pesquisa

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
VIÇOSA - UFV



#### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

##### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Elaboração e avaliação de uma Sequência Didática para estudo dos gases com uso de atividades investigativas no ensino médio

**Pesquisador:** DEYSE GOMES DA COSTA

**Área Temática:**

**Versão:** 4

**CAAE:** 78270624.8.0000.5153

**Instituição Proponente:** Departamento de Química

**Patrocinador Principal:** Capes Coordenação Aperf Pessoal Nível Superior  
Financiamento Próprio

##### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 6.974.401

##### Apresentação do Projeto:

O presente protocolo foi enquadrado como pertencente a Grande Área 1: Ciências Exatas e da Terra. As informações elencadas nos campos 'Apresentação do Projeto', 'Objetivo da Pesquisa' e 'Avaliação dos Riscos e Benefícios' foram retiradas do arquivo Informações Básicas da Pesquisa (PB\_INFORMAÇÕES\_BÁSICAS\_DO\_PROJETO\_\_2263599) e/ou do Projeto Detalhado:

##### 1. INTRODUÇÃO:

O projeto de pesquisa apresentado propõe uma abordagem para o ensino dos gases a alunos da segunda série do Ensino Médio, por meio de atividades investigativas. As atividades serão desenvolvidas em quatro etapas utilizando recursos didáticos que priorizam a experimentação, para promover o envolvimento dos estudantes. A primeira etapa consistirá em uma roda de conversa, sobre gases e a seguir será realizada a sondagem das concepções prévias dos alunos através de questionários individuais no Google Forms. Na segunda etapa os alunos serão organizados em grupos para leitura e debate sobre materiais preparatórios. Na terceira etapa, os alunos nos mesmos grupos da segunda etapa realizarão experimentos práticos para demonstrar propriedades e leis dos gases, culminando na apresentação de relatórios para a turma. A quarta etapa encerrará o ciclo com uma segunda roda de conversa e outra sondagem

**Endereço:** Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes

**Bairro:** Campus Universitário

**CEP:** 36.570-977

**UF:** MG

**Município:** VICOSA

**Telefone:** (31)3612-2316

**E-mail:** cep@ufv.br

Continuação do Parecer: 6.974.401

de conhecimento. Essa abordagem visa proporcionar uma compreensão prática e teórica dos fenômenos relativos aos gases.

**Objetivo da Pesquisa:**

De acordo com os pesquisadores a pesquisa objetiva o desenvolvimento de uma sequência didática para estudo dos gases com uso de atividades investigativas no ensino médio.

Objetivo primário: Elaborar uma sequência didática para estudo dos gases com uso de atividades investigativas no ensino médio.

Objetivo secundário: Objetiva-se especificamente:

- a) Verificar a concepção prévia dos alunos referente ao assunto.
- b) Elaborar um texto com modelos explicativos para os estados físicos da matéria para auxiliar nas atividades da sequência didática.
- c) Desenvolver uma atividade investigativa sobre a Lei de Boyle.
- d) Desenvolver uma atividade investigativa sobre a Lei de Charles.
- e) Desenvolver uma atividade investigativa sobre a Lei de Charles e Gay-Lussac.
- f) Desenvolver uma atividade investigativa sobre a densidade dos gases.
- g) Avaliar a aprendizagem dos alunos, da 2ª série do ensino médio, no estudo dos gases através do uso da experimentação.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Os pesquisadores apresentam no formulário online da Plataforma que os potenciais riscos da pesquisa estão ligados à possibilidade de os estudantes se sentirem constrangidos, cansados ou aborrecidos ao responderem aos questionários ou participarem das atividades experimentais, bem como de experimentarem alterações na autoestima devido à falta de conhecimento em determinados conteúdos, ao medo de serem identificados ou à quebra do anonimato. Para mitigar esses riscos, os pesquisadores fornecerão uma explicação detalhada de todas as etapas dos questionários e das atividades antecipadamente e estarão disponíveis para esclarecer dúvidas a qualquer momento. Além destes, os pesquisadores esclarecerão ainda que todos(as) poderão ou não responder aos questionamentos ao longo da pesquisa, bem como participar ou não das atividades propostas, sem a sucessão de qualquer penalidade, considerando que a participação será voluntária e que os dados, serão coletados por meio de questionários sem a identificação dos participantes, havendo absoluto sigilo quanto às suas

**Endereço:** Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes  
**Bairro:** Campus Universitário **CEP:** 36.570-977  
**UF:** MG **Município:** VICOSA  
**Telefone:** (31)3612-2316 **E-mail:** cep@ufv.br

Continuação do Parecer: 6.974.401

identidades.

Com relação aos Benefícios, os pesquisadores mencionam que o projeto traz uma proposta de desenvolvimento e avaliação de uma sequência didática para o estudo dos gases no ensino médio através de abordagem de metodologias ativas e atividades investigativas visando contribuir para a melhoria da aprendizagem de Química, oferecendo diversos benefícios para os participantes e a comunidade. Para os alunos participantes, promove um aprendizado prático e significativo, desenvolvendo habilidades científicas, estimulando a curiosidade e o trabalho em equipe. Para a comunidade, contribui para a formação de cidadãos cientificamente alfabetizados, melhora a qualidade de vida ao permitir escolhas informadas, e fomenta uma cultura científica. Para a sociedade, eleva a qualidade da educação, desenvolve o capital humano, promove inovação pedagógica e incentiva o desenvolvimento da sustentabilidade e a consciência ambiental, alinhando-se aos princípios de promoção de uma vida digna, respeito aos direitos humanos e ao meio ambiente.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Os pesquisadores propõem estudo unicêntrico no país e exploratório por meio de entrevistas semiestruturadas on-line, do tipo qualitativo, conforme descrito em *Metodologia* no campo *Apresentação do Projeto* acima. O número de participantes está estimado em 51. O orçamento total é de R\$ 50.844,00. A coleta de dados por entrevistas será iniciada e finalizada em 09/2024.

Os pesquisadores apresentaram os documentos modificados e a carta-resposta. Eles também atenderam a todas as pendências solicitadas anteriormente. Os pesquisadores removeram a identificação à UFV do *Termo de Assentimento Livre e Esclarecido* *TALE*. O *PB\_INFORMAÇÕES\_BÁSICAS\_DO\_PROJETO\_2263599* foi atualizado com relação aos riscos, da seguinte forma: *Os potenciais riscos dessa pesquisa estão ligados à possibilidade de os estudantes se sentirem constrangidos, cansados ou aborrecidos ao responderem aos questionários ou participarem das atividades experimentais, bem como de experimentarem alterações na autoestima devido à falta de conhecimento em determinados conteúdos, ao medo de serem identificados ou à quebra do anonimato. Para mitigar esses riscos, os pesquisadores fornecerão uma explicação detalhada de todas as etapas dos questionários e das atividades antecipadamente e estarão disponíveis para esclarecer dúvidas a qualquer momento. Além destes, os pesquisadores esclarecerão ainda que todos(as) poderão ou não*

**Endereço:** Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes  
**Bairro:** Campus Universitário **CEP:** 36.570-977  
**UF:** MG **Município:** VICOSA  
**Telefone:** (31)3612-2316 **E-mail:** cep@ufv.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
VIÇOSA - UFV



Continuação do Parecer: 6.974.401

responder aos questionamentos ao longo da pesquisa, bem como participar ou não das atividades propostas, sem a sucessão de qualquer penalidade, considerando que a participação será voluntária e que os dados, serão coletados por meio de questionários sem a identificação dos participantes, havendo absoluto sigilo quanto às suas identidades. O cronograma foi atualizado com a inserção da informação de que a coleta de dados só será realizada após aprovação do CEP-CONEP, conforme a Norma Operacional nº 01/2013.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Os pesquisadores apresentaram todos os termos obrigatórios.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Aprovado.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Ao término da pesquisa é necessário apresentar, via notificação, o Relatório Final (modelo disponível no site [www.cep.ufv.br](http://www.cep.ufv.br)). Após ser emitido o Parecer Consubstanciado de aprovação do Relatório Final, deve ser encaminhado, via notificação, o Comunicado de Término dos Estudos para encerramento de todo o protocolo na Plataforma Brasil.

Projeto aprovado autorizando o início da coleta de dados com os seres humanos a partir da data de emissão deste parecer.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2263599.pdf	30/06/2024 22:38:43		Aceito
Brochura Pesquisa	PROJETO_BASICO_modificado.pdf	30/06/2024 22:37:07	SILVANIR NATALINO DE SILVA	Aceito
Outros	Carta_Resposta_modificada.pdf	30/06/2024 22:34:01	SILVANIR NATALINO DE SILVA	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA_DO_PROJETO_modificado.pdf	30/06/2024 22:29:29	SILVANIR NATALINO DE SILVA	Aceito
TCLE / Termos de	TCLE_modificado.pdf	30/06/2024	SILVANIR	Aceito

**Endereço:** Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes

**Bairro:** Campus Universitário

**CEP:** 36.570-977

**UF:** MG

**Município:** VICOSA

**Telefone:** (31)3612-2316

**E-mail:** cep@ufv.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
VIÇOSA - UFV



Continuação do Parecer: 6.974.401

Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_modificado.pdf	22:28:13	NATALINO DE SILVA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE_modificado.pdf	30/06/2024 22:27:20	SILVANIR NATALINO DE SILVA	Aceito
Outros	Carta_Resposta.pdf	08/06/2024 09:57:48	DEYSE GOMES DA COSTA	Aceito
Cronograma	cronograma_modificado.pdf	08/06/2024 09:42:21	DEYSE GOMES DA COSTA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE_modificado.pdf	08/06/2024 09:42:09	DEYSE GOMES DA COSTA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_modificado.pdf	08/06/2024 09:41:54	DEYSE GOMES DA COSTA	Aceito
Orçamento	ORCAMENTO_modificado.pdf	23/04/2024 15:34:04	DEYSE GOMES DA COSTA	Aceito
Brochura Pesquisa	PROJETO_modificado.pdf	23/04/2024 15:33:54	DEYSE GOMES DA COSTA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	declaracao.pdf	05/03/2024 21:38:50	DEYSE GOMES DA COSTA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLExaluno.pdf	05/03/2024 21:38:28	DEYSE GOMES DA COSTA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLExresponsavel.pdf	05/03/2024 21:38:13	DEYSE GOMES DA COSTA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoSilvanir.pdf	05/03/2024 21:37:34	DEYSE GOMES DA COSTA	Aceito
Outros	questionario.pdf	05/03/2024 21:32:55	DEYSE GOMES DA COSTA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	infraestrutura.pdf	05/03/2024 21:24:11	DEYSE GOMES DA COSTA	Aceito
Cronograma	cronograma.pdf	05/03/2024 21:23:52	DEYSE GOMES DA COSTA	Aceito
Folha de Rosto	FolhaDeRosto.pdf	05/03/2024 20:53:40	DEYSE GOMES DA COSTA	Aceito

**Endereço:** Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes  
**Bairro:** Campus Universitário **CEP:** 36.570-977  
**UF:** MG **Município:** VICOSA  
**Telefone:** (31)3612-2316 **E-mail:** cep@ufv.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
VIÇOSA - UFV



Continuação do Parecer: 6.974.401

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

VICOSA, 30 de Julho de 2024

---

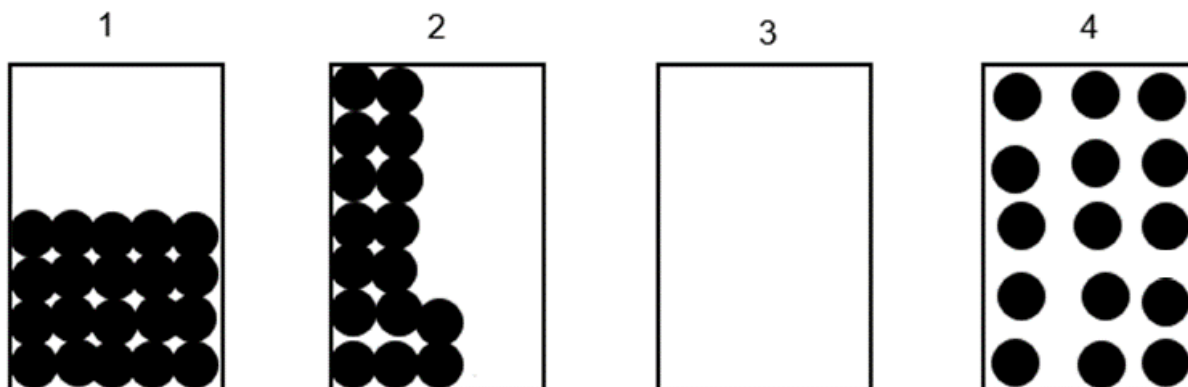
**Assinado por:**  
**Guilherme de Azambuja Pussieldi**  
**(Coordenador(a))**

**Endereço:** Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes  
**Bairro:** Campus Universitário **CEP:** 36.570-977  
**UF:** MG **Município:** VICOSA  
**Telefone:** (31)3612-2316 **E-mail:** cep@ufv.br

## 9 APÊNDICES

### 9.1 Apêndice 1 – Questionário inicial.

**Questão 01.** Qual das figuras a seguir melhor representa uma substância no estado gasoso?



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

**Questão 02.** O que é um gás? Cite três exemplos.

**Questão 03.** Em festas e comemorações, é comum o uso de balões feitos de látex ou outros materiais. Você já reparou que alguns balões flutuam no ar, enquanto outros permanecem no chão, mesmo sendo feitos do mesmo material e tendo o mesmo tamanho? Esse fenômeno está relacionado às Leis dos Gases que descrevem como as propriedades dos gases influenciam seu comportamento. Você saberia explicar o que faz com que balões preenchidos com certos gases flutuam, enquanto aqueles preenchidos com ar comum não apresentam o mesmo comportamento?

**Questão 04.** Considere que um estudante colocou um pedaço de *marshmallow* dentro de uma seringa, tampou a saída de ar com o dedo, verificando que o volume do pedaço de *marshmallow* variava à medida que pressionava ou soltava o êmbolo. De que forma a compressão do êmbolo da seringa e a consequente mudança no volume do pedaço de *marshmallow* evidencia a relação entre pressão e volume, mantendo a temperatura constante? O que isso sugere sobre o comportamento do gás dentro da seringa?

**Questão 05.** Alguns frascos de vidro contendo medicamentos para gotas têm uma pequena abertura por onde as gotas devem sair até a dosagem desejada, conforme a imagem a seguir. Quando o frasco é virado com a abertura para baixo e agitado com força, o ar na parte superior do frasco exerce pressão sobre o líquido, o que pode fazer com que as gotas saiam de forma descontrolada, liberando uma dose muito acima da desejada. Uma alternativa mais eficaz seria virar o frasco com a abertura

para baixo e envolver seu fundo, onde se encontra a porção de ar acima do medicamento com as mãos. Isso faria com que as gotas saíssem de forma mais controlada. Proponha uma explicação para o processo, baseando-se nas informações apresentadas?



Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

**Questão 06.** O balonismo é um esporte praticado em diversas regiões do mundo, no qual grandes balões coloridos flutuam no céu, proporcionando vistas incríveis. Esses balões dependem de um processo específico para se elevarem e permanecerem no ar. Imagine que você é parte de uma equipe de balonismo e precisa explicar a um grupo de curiosos como o balão consegue flutuar e o que torna isso possível. Quais fatores relacionados aos gases, você acredita que influenciam o processo de elevação e flutuação dos balões? Como o comportamento do ar dentro e fora do balão pode contribuir para o voo?

**Questão 07.** O que você espera aprender sobre os gases?

## 9.2 Apêndice 2 – Material de apoio para leitura e debate.

### Estudo dos Gases

#### 1. Introdução

Hoje, vamos falar sobre um assunto essencial na Química: os gases. Segundo os autores Atkins e Jones (2012, p. 133), é possível prever o comportamento físico dos gases por meio das chamadas leis dos gases, que são equações baseadas em um modelo simples, onde as moléculas estão sempre em movimento desordenado e quase não interagem entre si, a não ser em colisões rápidas. Estudar os gases é importante porque eles representam o estado mais simples da matéria, e isso facilita no momento de estabelecer a ligação entre o que acontece com partículas como átomos e moléculas e as propriedades da matéria que observamos no dia a dia.

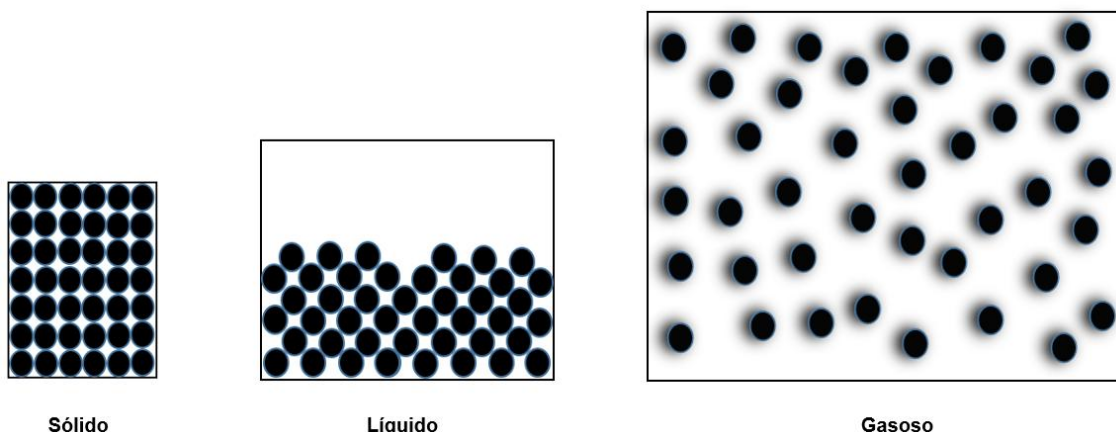
Um exemplo claro da importância dos gases é a própria atmosfera da Terra, uma camada fina de gases que nos protege da radiação e fornece elementos essenciais para a vida, como oxigênio, nitrogênio, dióxido de carbono e vapor d'água. Parece muito simples, mas sem ela a vida na Terra seria impossível

Então, estudar os gases é muito mais do que aprender fórmulas, é entender como a matéria funciona, como a vida surgiu e se desenvolveu no nosso planeta, e como tudo isso se conecta com o mundo ao nosso redor.

#### 2. Mas, afinal de contas, o que é um gás?

Segundo Silva (2019, p. 22), um gás é um dos estados da matéria que, ao contrário dos sólidos e dos líquidos, não tem forma ou volume fixos. As partículas de um gás estão em movimento constante, ocupando todo o espaço disponível. Esse movimento desordenado é o que caracteriza os gases de uma forma geral.

Na figura a seguir podemos observar o comportamento de 42 partículas de uma substância hipotética no estado sólido, líquido e gasoso, onde é possível observar que no estado gasoso a mesma quantidade de partículas ocupa um volume muito maior devido às distâncias entre elas. Este distanciamento é provocado pelo grande número de colisões entre as partículas e entre partículas e as paredes do recipiente, pois no estado gasoso as partículas possuem grande quantidade de energia cinética.



Fonte: elaborada pelo autor, 2024.

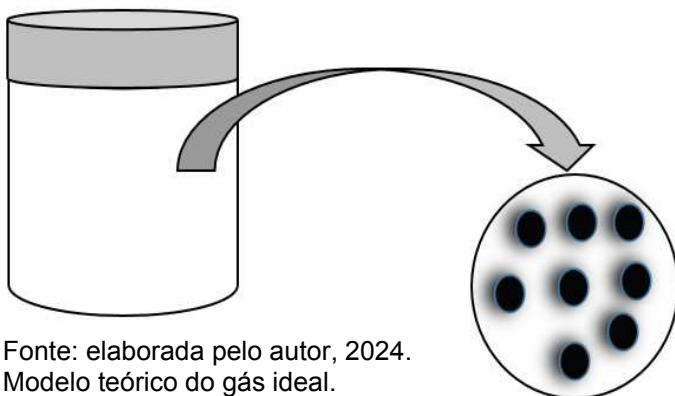
Representação do comportamento de 42 partículas nos estados sólido, líquido e gasoso.

É importante destacar que no estado gasoso, a mesma quantidade de partículas ocupa um volume muito maior em comparação aos estados sólido e líquido, devido a razões específicas.

No estado gasoso, as partículas possuem muita energia cinética, o que significa que elas se movem rapidamente em todas as direções. Essa alta energia faz com que se afastem umas das outras, rompendo praticamente todas as forças de atração intermoleculares que as mantêm próximas, assim elas se espalham para ocupar todo o volume disponível no recipiente em que estão, ou seja, quando não há restrições, as partículas se dispersam e ocupam o maior volume possível, sendo limitado apenas pelas paredes do recipiente. Essa característica torna um gás altamente compressível e altamente expansível. Comportamento que é descrito por leis como a Lei dos Gases Ideais, que relaciona a pressão, o volume e a temperatura de um gás com o número de partículas presentes (Atkins e Jones, 2012).

### 3. Gás Ideal

#### 3.1 O que é um Gás Ideal?



Fonte: elaborada pelo autor, 2024.  
Modelo teórico do gás ideal.

Segundo Levine (2011, p. 9 - 14), o gás ideal é um conceito teórico que nos ajuda a entender o comportamento dos gases em diferentes condições. No modelo de gás ideal, consideramos que as partículas não interagem entre si, ou seja, não há forças atrativas ou

repulsivas entre elas, exceto durante colisões e que estas colisões são perfeitamente elásticas, ou seja, sem perda de energia.

### 3.2 Propriedades dos Gases Ideais

As partículas de um gás ideal estão sempre em movimento. Elas se deslocam em linha reta até colidirem com outras partículas ou com as paredes do recipiente. Estas colisões são consideradas perfeitamente elásticas, ou seja, a energia total e a velocidade das partículas são conservadas após a colisão. O espaço entre as partículas é muito maior do que o próprio tamanho das partículas, permitindo que se movam livremente. A pressão que um gás ideal exerce nas paredes do recipiente é o resultado das colisões das partículas com essas paredes (Atkins e Jones, 2012).

### 3.3 A Equação do Gás Ideal

A equação que descreve o comportamento de um gás ideal é:

$$PV = nRT$$

Em que:

- P é a pressão do gás
- V é o volume ocupado pelo gás
- n é o número de moles de gás
- R é a constante universal dos gases (0,082 atm·L/mol·K)
- T é a temperatura em Kelvin

Essa equação relaciona a pressão, o volume, a quantidade de gás e a temperatura. É amplamente usada para resolver problemas envolvendo gases ideais que simulam o comportamento dos gases em diferentes condições. (Silva, 2019).

### 3.4 Limitações do Modelo de Gás Ideal

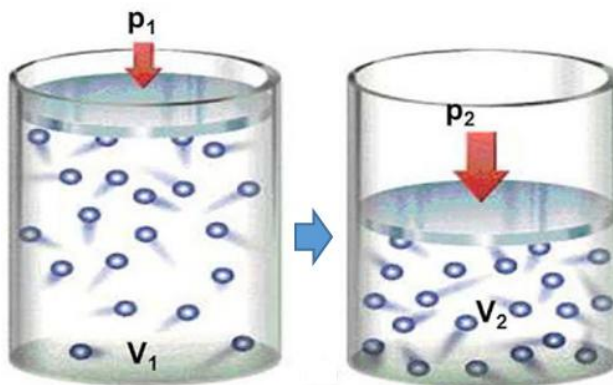
Embora o modelo de gás ideal seja muito útil, ele não se aplica a todas as situações. Em altas pressões, as partículas ficam muito próximas e as forças intermoleculares começam a ter um papel significativo. Em baixas temperaturas, as partículas se movem mais lentamente, e as forças atrativas podem afetar o comportamento do gás (Silva, 2019).

## 4. Leis dos Gases

As leis dos gases são princípios que descrevem como os gases se comportam em relação a mudanças de pressão, volume e temperatura. Vamos conhecer as principais leis:

#### 4.1 Lei de Boyle

A Lei de Boyle, formulada por Robert Boyle em 1662, afirma que, se mantivermos a temperatura constante, a pressão de um gás é inversamente proporcional ao seu volume. Isso significa que, se a pressão aumenta, o volume diminui, e vice-versa (Atkins e Jones, 2012).



Fonte: <https://quizlet.com/br/505457993/transformacao-isotermica-lei-de-boyle-flash-cards/> - Acessado em 15 de outubro 2024

Representação da Lei de Boyle: à temperatura constante, a pressão de um gás é inversamente proporcional ao seu volume.

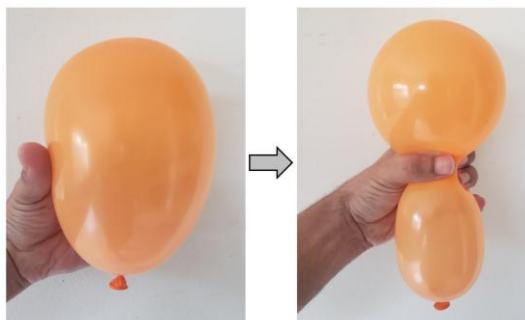
Podendo ser expresso pelas relações matemáticas:

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

Em que:

- $P_1$  é a pressão inicial do gás (em atm).
- $V_1$  é o volume inicial do gás (em litros).
- $P_2$  é a pressão final do gás (em atm).
- $V_2$  é o volume final do gás (em litros).

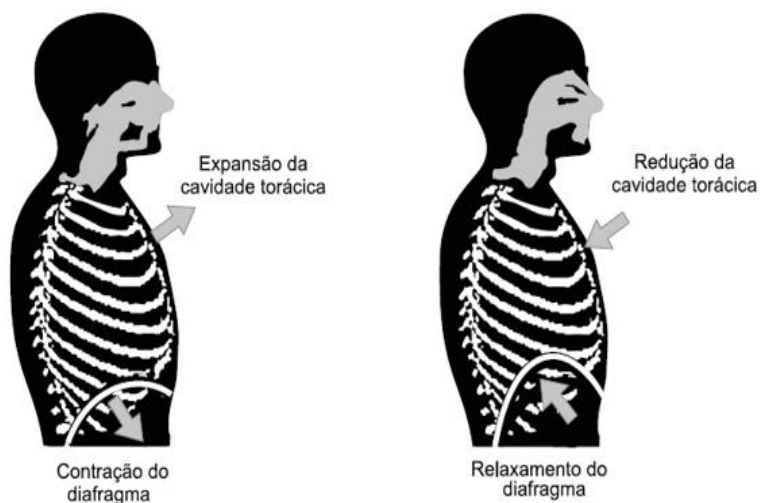
Exemplo: Se você tem um balão a temperatura ambiente e começa a apertá-lo, a pressão do ar dentro do balão aumenta, e o volume diminui.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

Ao comprimir um balão, a pressão interna aumenta e o volume diminui, ilustrando a Lei de Boyle.

## 4.2 A respiração humana e a Lei de Boyle



Fonte: <https://app.estuda.com/questoes/?id=159653>

Acessado em 15 de outubro 2024

Durante a inspiração, o volume do tórax aumenta, a pressão nos pulmões diminui e o ar entra, movendo-se da maior para a menor pressão.

O processo respiratório pode ser entendido por meio da Lei de Boyle. (De Oliveira Cruz et al, 2021)

Durante a inspiração (quando o ar entra nos pulmões), os músculos ao redor das costelas se contraem, levantando as costelas e o esterno, enquanto o diafragma desce. Isso aumenta o espaço no tórax, o que faz os pulmões se expandirem. Com o aumento do volume dos pulmões, a pressão dentro deles diminui, ficando menor do que a pressão do ar fora do corpo (pressão atmosférica). Como o ar sempre se move de onde a pressão é maior para onde é menor, ele entra nos pulmões. (Costanzo, 2015).

Na expiração (quando soltamos o ar), os músculos relaxam, as costelas e o esterno voltam para baixo e o diafragma sobe. Isso reduz o espaço no tórax, diminuindo o volume dos pulmões. Com o volume menor, a pressão dentro dos pulmões aumenta e fica maior do que a pressão do ar fora do corpo. Dessa forma, o ar é expulso dos pulmões. (Costanzo, 2015).

A Lei de Boyle ajuda a entender como o volume e a pressão dos pulmões mudam para permitir a entrada e a saída de ar durante a respiração (De Oliveira Cruz et al. 2021).

## 4.3 Lei de Charles

A Lei de Charles, descoberta por Jacques Charles em 1787, diz que, a pressão constante, o volume de um gás aumenta à medida que a temperatura aumenta, ou

seja, o volume de um gás aumenta proporcionalmente à sua temperatura (em Kelvin), desde que a pressão e a quantidade de gás sejam mantidas constantes. Em outras palavras, quanto mais quente o gás, mais espaço ele ocupa. (Levine, 2011).

Podendo ser expresso pelas relações matemáticas:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

Em que:

- $V_1$  é o volume inicial do gás (em litros).
- $T_1$  é a temperatura inicial do gás (em Kelvin).
- $V_2$  é o volume final do gás (em litros).
- $T_2$  é a temperatura final do gás (em Kelvin).

Exemplo: Se uma garrafa de plástico (PET) estiver fechada e for deixada ao sol, o ar dentro dela aquece e se expande, podendo até deformar a garrafa, ilustrando o aumento de volume com o aquecimento.



Fonte: <https://publicdomainvectors.org/pt/vetorial-gratis/Garrafa-PET-a-ilustra%C3%A7%C3%A3o-vetorial-de-sol/16541.html>

Acessado em 17 de outubro 2024

Ao aquecer, o ar dentro da garrafa se expande, aumentando de volume e podendo deformar o recipiente.

O princípio de funcionamento dos balões de ar quente também pode ser relacionado à Lei de Charles. Quando o ar dentro do balão é aquecido, ele se expande e ocupa um volume maior diminuindo a sua densidade, isso permite a subida do balão.



Fonte: [https://br.freepik.com/fotos-premium/close-up-da-parte-do-balao-de-ar-quente-se-preparando-para-o-voo\\_12486151.htm](https://br.freepik.com/fotos-premium/close-up-da-parte-do-balao-de-ar-quente-se-preparando-para-o-voo_12486151.htm)  
Acessado em 17 de outubro 2024



Fonte: <https://artecombalao.com/como-funcionam-os-baloes-de-ar-quente/>  
Acessado em 17 de outubro 2024

#### 4.4 Lei de Gay-Lussac

Louis Joseph Gay-Lussac, em 1802, estabeleceu que, se o volume for constante, a pressão de um gás é diretamente proporcional à temperatura. Isso significa que, se a temperatura de um gás aumenta, a pressão também aumenta, desde que o volume não mude (Silva, 2019).

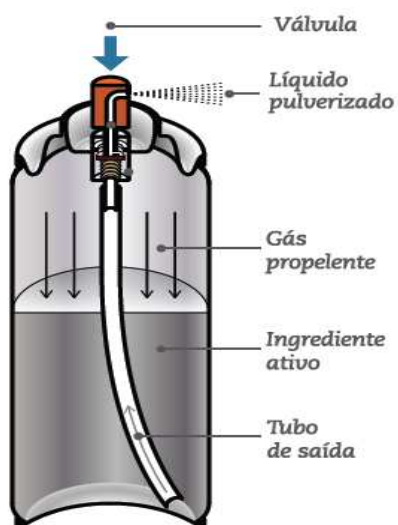
Podendo ser expresso pelas relações matemáticas:

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

Em que:

- $P_1$  é a pressão inicial do gás (em atm).
- $T_1$  é a temperatura inicial do gás (em Kelvin).
- $P_2$  é a pressão final do gás (em atm).
- $T_2$  é a temperatura final do gás (em Kelvin).

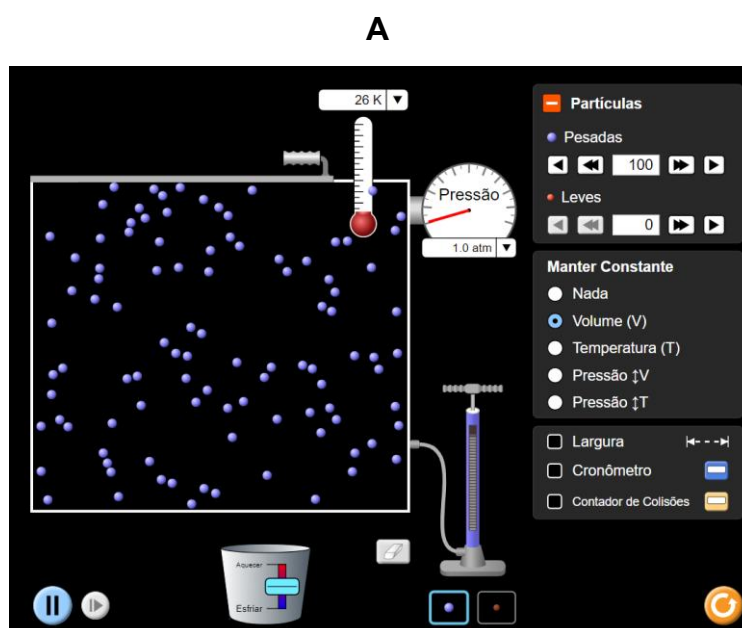
**Exemplo:** Se uma lata de spray for exposta a altas temperaturas, ou mesmo deixada ao sol, a pressão interna do gás propelente aumenta significativamente. Isso ocorre porque o gás dentro da lata se aquece e como as paredes da lata não se expandem (não se movimentam) o volume se mantém fixo, logo a pressão se eleva. Em casos extremos em que a pressão aumenta muito, poderá até ocorrer uma explosão pelo rompimento repentino das paredes da lata.



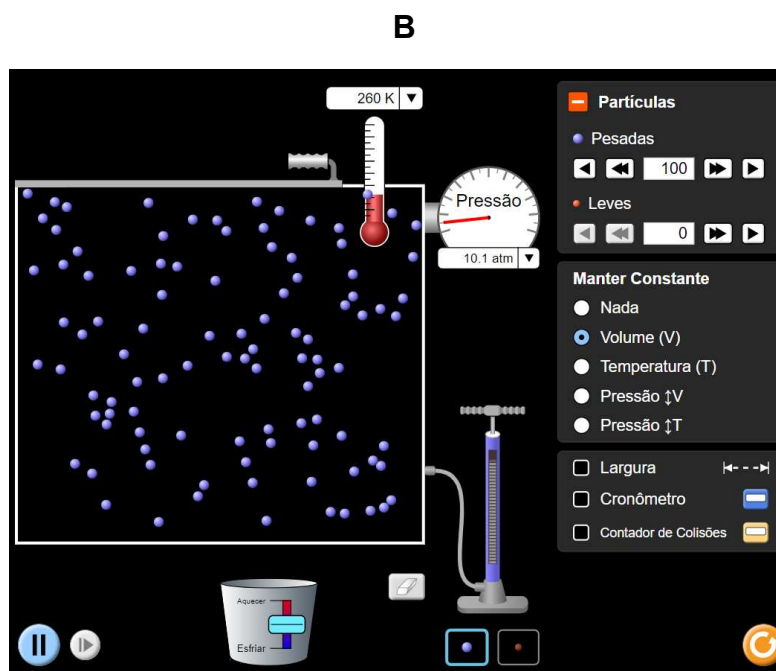
Fonte: <https://aerosollarevista.com/2016/05/a-importancia-da-pressao-de-vapor-no-desempenho-de-um-aerosol/> Acessado em 15 de outubro 2024

Ao ser aquecida, a pressão dentro da lata de spray aumenta, pois o volume é fixo. Em excesso, essa pressão pode causar explosão.

As ilustrações **A** e **B** a seguir foram utilizadas para exemplificar a Lei de Gay-Lussac e representam o mesmo sistema antes e depois do aquecimento. Em **A** a temperatura é de 26k e a pressão do gás atingiu 1 atm., em **B** o sistema foi aquecido até temperatura de 260k e a pressão do gás se elevou para 10,1 atm., tanto em A quanto em B, o volume foi mantido constante, ou seja, as paredes do sistema não apresentam nenhuma expansão.



Fonte: [https://phet.colorado.edu/sims/html/gases-intro/latest/gases-intro\\_all.html?local=pt\\_BR](https://phet.colorado.edu/sims/html/gases-intro/latest/gases-intro_all.html?local=pt_BR).  
Acessado em 15 de outubro 2024



Fonte: [https://phet.colorado.edu/sims/html/gases-intro/latest/gases-intro\\_all.html?local=pt](https://phet.colorado.edu/sims/html/gases-intro/latest/gases-intro_all.html?local=pt) BR  
Acessado em 15 de outubro de 2024.

#### 4.5 Princípio de Avogadro

Proposto por Amadeo Avogadro em 1811, afirma que o volume por mol de moléculas ou de átomos de qualquer gás medido sob mesmas condições de temperatura e pressão é constante (Silva, 2019).

A equação que descreve este princípio é:

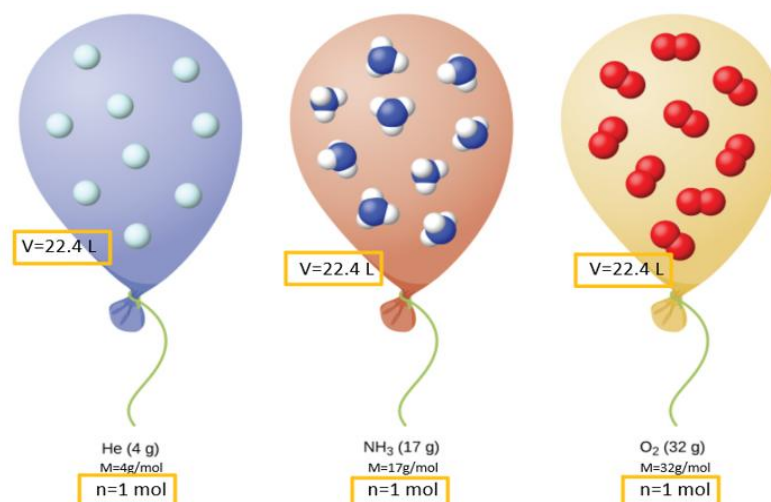
$$V_m = \frac{V}{n}$$

Em que:

- $V_m$  é o volume molar (volume por mol de gás).
- $V$  é o volume do gás (em litros).
- $n$  é o número de mols do gás (quantidade de substância).

Determinou ainda que em condições idênticas de temperatura e pressão, volumes iguais de gases contêm o mesmo número de moléculas, independentemente de sua natureza. (Silva, 2019).

Exemplo: Um litro de oxigênio contém o mesmo número de moléculas que um litro de hidrogênio, se ambos estiverem nas mesmas condições. Isso equivale a dizer que o Volume molar é o espaço ocupado, em litros, por 1 mol de qualquer matéria no estado gasoso e em condições normais de temperatura e pressão (CNTP), ou seja, um mol de diferentes gases ocupa sempre o volume molar de 22,4 L conforme ilustrado a seguir.



Fonte: <https://www.wizeprep.com/online-courses/10371/chapter/12/core/6/2>

Acessado em 15 de outubro 2024

Em CNTP, 1 mol de qualquer gás ocupa 22,4 L, independentemente do tipo de molécula, ilustrando o conceito de volume molar.

## 5. Densidade dos Gases

A densidade de um gás é uma propriedade importante que nos ajuda a entender quão "pesado" um gás é em relação ao espaço que ocupa. A densidade é definida como a massa do gás dividida pelo seu volume (Atkins e Jones, 2012).

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

Em que:

- $d$  é a densidade (em g/L).
- $m$  é a massa do gás (em gramas).
- $V$  é o volume ocupado pelo gás (em litros).

Podemos ainda calcular a densidade de um gás pela sua massa molar usando a seguinte fórmula:

$$d = \frac{MP}{RT}$$

Em que:

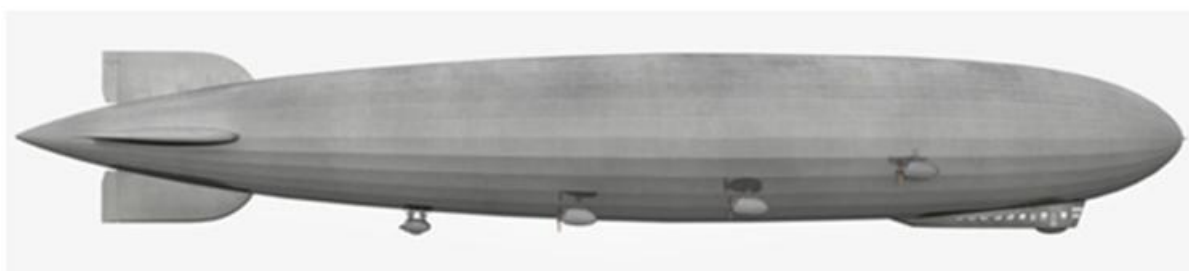
- $d$  é a densidade (em g/L).
- $M$  é a massa molar do gás (em g/mol).
- $P$  é a pressão.
- $R$  é a constante universal dos gases (0,082 atm·L/mol·K).
- $T$  é a temperatura absoluta (em Kelvin).

Em situação em que a temperatura e a pressão são constantes, quanto maior for a massa molar do gás, maior é a sua densidade.

Por exemplo:

- Massa molar (média) do ar atmosférico: 28,9 g/mol (Bottecchia, 2009).
- Massa molar do hélio: 4 g/mol
- Massa molar do dióxido de carbono: 44 g/mol

Verifica-se que o hélio tem massa molar menor que a do ar, logo é menos denso, isso explica o motivo de balões preenchidos com gás hélio subirem para a atmosfera. Já o dióxido de carbono, tem massa molar maior que a do ar, portanto maior densidade, logo os balões preenchidos com essa mistura de gases tendem a descer para o solo.



Balão dirigível – preenchido com gás hélio

Fonte: <https://cienciaemacao.com.br/gases-nobres-tudo-o-que-voce-precisa-saber/>  
Acessado em 15 de outubro 2024

## 6. Conclusão

Compreender os gases é muito importante, pois eles estão presentes em muitos aspectos do nosso dia a dia, como o ar que respiramos, o funcionamento de veículos e até em fenômenos naturais. Ao aprender sobre como os gases se comportam, você poderá entender melhor o mundo ao seu redor.

## 7. Referências

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012. Cap. 4 – Propriedades dos gases, p. 133–170.

BOTTECCHIA, O. L. A fórmula barométrica como instrumento de ensino em química. **Química Nova**, v. 32, n. 7, p. 1965–1970, 2009.

COSTANZO, L. S. **Fisiologia**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2015. p. 168–169.

DE OLIVEIRA CRUZ, F. A.; MACHADO, N. A.; CARVALHO, P. S. Biofísica da respiração: uma proposta de abordagem com o uso de recursos educacionais digitais. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 14, n. 1, 2021.

LEVINE, I. N. **Físico-química**. 6. ed. v. 1. Rio de Janeiro: LTC, 2011. p. 9–14.

SILVA, R. C. B. **Físico-química**. Fortaleza: Universidade Estadual do Ceará, 2019. p. 22.

### 9.3 Apêndice 3 – Roteiro experimento 1

#### ROTEIRO DE ATIVIDADE EXPERIMENTAL

**Título:** O mistério do marshmallow na seringa

**Duração:** 3 aulas de 50 minutos

**Turma:** 2ª série do Ensino Médio

**Aula 1 – Vamos investigar!**

**Introdução:**

Vocês já apertaram o êmbolo de uma seringa com o dedo tampando a saída de ar? O que acontece com o ar que está dentro? E se além do ar colocarmos algo, como um *marshmallow* dentro da seringa e apertarmos o êmbolo tampando a saída de ar, acontece alguma coisa? Vamos descobrir!

**Desafio:**

"O que acontece com o *marshmallow* dentro de uma seringa, quando apertamos o êmbolo com o bico tampado? E quando soltamos o êmbolo?"

Registrem com seu grupo uma hipótese (uma ideia do que vocês acham que vai acontecer) usando frases simples.

**Materiais necessários:**

- 1 seringa de 20 mL (sem agulha)
- Pedacos pequenos de *marshmallow* de aproximadamente 1cm<sup>3</sup>.



**Passo a passo (Procedimento):**

1. Retire o êmbolo da seringa.



2. Coloque 1 pedacinho de *marshmallow* dentro.



3. Recoloque o êmbolo na seringa com cuidado, sem empurrar o *marshmallow*.



4. Tampe o bico da seringa com o dedo.



5. Aperte devagar o êmbolo o máximo que conseguir e observe o que acontece com o *marshmallow*.



6. Solte o êmbolo (sem retirar o dedo do bico) e observe novamente.



7. Façam isso algumas vezes e anotem o que observaram.

## **Aula 2 – O que tudo isso quer dizer?**

### **Conversa em grupo (análises e discussões dos resultados)**

Discutam com seus colegas e respondam:

- O que mudou dentro da seringa ao pressionar e soltar o êmbolo com a saída ar fechada?

Registrem as suas ideias.

**Desafio da investigação:**

Agora, imaginem que o que aconteceu com o *marshmallow* está diretamente ligado ao comportamento do ar (gases atmosféricos) dentro da seringa.

Respondam:

- O que causou a mudança no *marshmallow*?
- Quando ele foi modificado, o que vocês acham que aconteceu com o espaço entre as moléculas do ar dentro da seringa?
- Quando soltaram o êmbolo, por que o *marshmallow* voltou ao normal?

Façam um esquema, um desenho ou um pequeno texto explicando com as palavras de vocês o que descobriram.

**Aula 3 – Apresentando os resultados para a turma****Elaborando o relatório**

O grupo deve escrever um pequeno relatório com:

1. Título do experimento.
2. Objetivo – O que queriam descobrir?
3. Materiais utilizados.
4. Passo a passo (Procedimento).
5. O que foi observado?
6. Qual a explicação de vocês para o que aconteceu? Há alguma relação com as leis dos gases? Se necessário podem consultar o material de apoio.

**Apresentação**

- Apresentem aos demais colegas da turma o que descobriram.
- Quais conceitos científicos estão relacionados ao comportamento do *marshmallow*?
- Qual lei dos gases melhor descreve o processo?

**Avaliação**

Observação do engajamento na atividade, levando em consideração a curiosidade de vocês, a vontade de investigar e o esforço para elaborar uma explicação para o fenômeno observado e sua relação com o estudo dos gases.

## 9.4 Apêndice 4 – Roteiro experimento 2

### ROTEIRO DE ATIVIDADE EXPERIMENTAL

**Título:** O que acontece com um gás quando mudamos a sua temperatura?

**Duração:** 3 aulas de 50 minutos

**Turma:** 2ª série do Ensino Médio

**Aulas 1 e 2 – Vamos investigar!**

**Introdução:**

Vocês já pensaram o que ocorre com o ar quando ele é aquecido ou resfriado? Será que ele muda de comportamento? Vamos investigar!

**Desafio:**

“Será que é possível mover o êmbolo de uma seringa acoplada a uma garrafa, apenas mudando a temperatura do gás dentro da garrafa?

Em grupo proponham uma ou mais hipóteses.

**Materiais necessários:**

- 1 seringa de vidro de 3 mL.
- 1 garrafa de vidro de 1000 mL.
- 1 rolha de silicone com furo central (aproximadamente 6 mm).
- Vaselina líquida.
- 2 bacias metálicas.
- 1 garrafa térmica com água quente (aproximadamente 60°C).
- 1 garrafa térmica com água fria (aproximadamente 3°C).



**Passo a passo (Procedimentos):**

1. Retire o êmbolo da seringa.



2. Lubrifique o êmbolo com vaselina (a) e o coloque de volta na seringa até o volume zero (b).

a)



b)



3. Encaixe a seringa no furo da rolha, de forma que fique bem vedada.



4. Coloque a rolha com a seringa na abertura da garrafa.



5. Coloque água quente (aproximadamente 60 °C) em uma das bacias.



6. Coloque água fria (aproximadamente 3 °C) na outra bacia.



7. Mergulhe a garrafa com a seringa na água quente e observe o que acontece com o êmbolo.



8. Retire a garrafa da água quente e a mergulhe imediatamente na água fria observando novamente o que acontece.



9. Façam isso algumas vezes. Observem, anotem e conversem em grupo sobre o que observaram.

**Análise em grupo (discussão dos resultados):**

Conversem entre vocês e respondam:

- O que aconteceu com o êmbolo da seringa em cada situação?
- O que pode estar acontecendo dentro da garrafa para causar esse efeito?

**Desafio da investigação:**

Agora, relacionem essas observações com a ideia de que o ar dentro da garrafa pode reagir a mudanças na temperatura.

Discutam e respondam:

- Por que o êmbolo se moveu?
- O que isso pode indicar sobre o comportamento do ar dentro da garrafa?
- O volume do ar dentro da seringa mudou? Por quê?
- Façam um desenho, esquema ou texto simples explicando o que vocês acreditam que aconteceu.

**Aula 3 – Apresentando os resultados para a turma**

**Elaborando o relatório**

O grupo deve organizar um pequeno relatório com:

- Título do experimento.
- Objetivo – O que vocês queriam descobrir?
- Materiais utilizados.

- Passo a passo (Procedimento)
- O que foi observado em cada etapa?
- Qual a explicação de vocês para os fenômenos observados? Há alguma lei dos gases relacionada aos fenômenos? Se necessário podem consultar o material de apoio.

### **Apresentação**

- Apresentem aos demais colegas da turma as descobertas de vocês.
- Expliquem o que vocês acham que fez o êmbolo se mover.
- Comentem se conseguiram encontrar alguma relação entre as mudanças observadas e conceitos discutidos em sala ou estudados no material de apoio.

### **Avaliação**

Observação do engajamento na atividade valorizando o nível de curiosidade de vocês, a atenção aos detalhes, a troca de ideias com o grupo e o esforço para construir uma explicação baseada no que observaram e a relação com o estudo dos gases.

## 9.5 Apêndice 5 – Roteiro experimento 3

### ROTEIRO DE ATIVIDADE EXPERIMENTAL

**Título:** Força invisível capaz de movimentar as coisas.

**Duração:** 3 aulas de 50 minutos.

**Turma:** 2ª série do Ensino Médio.

#### **Aula 1 – Vamos investigar!**

##### **Introdução**

Vocês já pararam para pensar no que acontece com o ar que está dentro de uma garrafa bem fechada quando ela é aquecida? Mesmo sendo invisível, o ar está lá dentro ocupando espaço, mas será que ele muda de alguma forma ao ser aquecido? Neste experimento, vamos observar o que ocorre com o líquido dentro da garrafa ao aquecermos a região onde há apenas ar. Vocês deverão analisar com atenção cada detalhe do que acontece e levantar hipóteses para explicar o comportamento do sistema.

Considere que durante o experimento as dimensões da garrafa não se alteram, ou seja, a capacidade volumétrica permanece a mesma o tempo todo. Então, o que será que muda?

##### **Desafio:**

“O que será que acontece quando aquecemos o ar em um espaço fechado?”

Registrem em grupo uma hipótese inicial: o que vocês acham que acontece? E por quê?

##### **Materiais necessários:**

- 1 garrafa de vidro transparente (330 mL).
- 1 rolha de silicone com furo (6 mm).
- 1 canudo plástico comum.
- Corante alimentício azul.
- 1 soprador térmico (127V) (pode ser usado um secador de cabelo).
- 1 copo com 200 mL de água à temperatura ambiente.
- 1 prato de vidro.
- 1 funil de plástico.



**Passo a passo (Procedimento):**

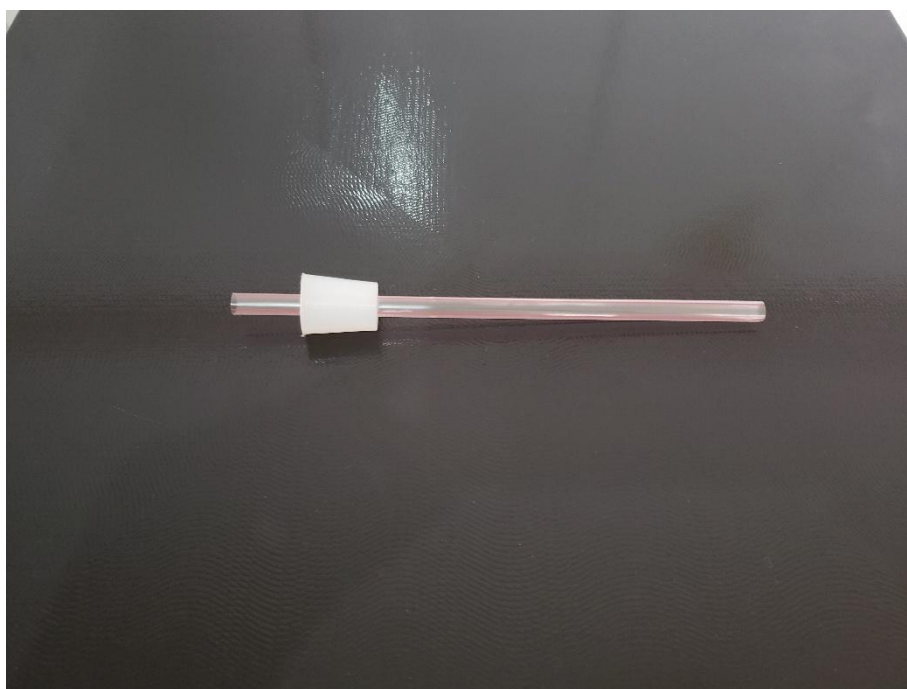
1. Adicione algumas gotas do corante azul aos 200 mL de água.



2. Use o funil para transferir a água com o corante para dentro da garrafa.



3. Encaixe o canudo na rolha de silicone, garantindo que uma das extremidades fique com apenas 1 cm.



4. Feche bem a garrafa com a rolha e o canudo, garantindo que fique bem vedada, ajustando o canudo para que uma das extremidades fique dentro da garrafa mergulhada no líquido, mas sem tocar o fundo e a outra fique para fora da rolha.



5. Coloque a garrafa na posição vertical sobre o prato de vidro.



6. Ligue o soprador térmico (ou o secador de cabelo) em temperatura média e direcione o fluxo de ar para a parte superior da garrafa, onde não há líquido.



7. Observe atentamente o que acontece com o nível do líquido no canudo e anatem tudo.

## **Aula 2 – O que tudo isso quer dizer?**

### **Análise em grupo:**

Conversem entre vocês e registrem:

- O que aconteceu com o líquido durante o experimento?
- Por qual motivo aconteceu?
- Tem alguma relação com o ar contido na garrafa? E de que forma influenciou o comportamento do líquido?
- Se repetíssemos o experimento resfriando a garrafa, o que vocês acham que poderia acontecer?

### **Desafio da investigação:**

Sabemos que a garrafa estava fechada e que o seu volume não mudou.

- O que vocês acham que mudou dentro da garrafa durante o aquecimento?
- Por que o líquido subiu?
- Que tipo de relação pode existir entre o aquecimento do ar contido na garrafa e o que foi observado?
- Vocês conhecem alguma lei dos gases que possa ajudar a explicar esse comportamento?

Façam um esquema, desenho ou um pequeno texto explicando com as palavras de vocês o que acreditam estar acontecendo dentro da garrafa. Se necessário, consultem o material de apoio para buscar pistas sobre a lei dos gases que pode ser aplicada.

### **Aula 3 – Apresentando os resultados para a turma**

#### **Elaborando o relatório**

Vocês devem preparar um relatório simples com os seguintes itens:

1. Título do experimento.
2. Objetivo – O que vocês investigaram?
3. Materiais utilizados.
4. Resumo do passo a passo (procedimento).
5. Observações feitas durante o experimento.
6. Explicações do grupo com base nas observações. Se necessário podem consultar o material de apoio.

#### **Apresentação**

- Apresentem aos demais colegas da turma o que observaram e o que acreditam ter causado o fenômeno.
- Se há alguma lei dos gases que pode estar relacionada ao que foi observado.
- Quais conclusões vocês conseguiram construir a partir das observações?

#### **Avaliação**

Observação do engajamento na atividade, lembrando que o mais importante aqui é a curiosidade de vocês, a atenção aos detalhes, a troca de ideias entre o grupo e o esforço para construir uma explicação baseada no que observaram e a relação com as leis dos gases, considerando ainda a exploração de novas possibilidades em outras situações do dia a dia que envolvam esses fenômenos.

## 9.6 Apêndice 6 – Roteiro experimento 4

### ROTEIRO DE ATIVIDADE EXPERIMENTAL

**Título:** Bolhas que desafiam a gravidade.

**Duração:** 3 aulas de 50 minutos

**Turma:** 2ª série do Ensino Médio

#### **Aula 1 – Vamos investigar!**

##### **Introdução:**

Vocês já viram bolhas de sabão flutuarem no ar? Já observou que a maioria delas sempre caem direto no chão? Mas será que é possível uma bolha parar no ar, como se estivesse suspensa, sem subir nem descer?

Neste experimento, vamos observar o comportamento das bolhas quando colocadas em diferentes ambientes e descobrir como o tipo de gás presente em cada lugar pode interferir no movimento delas. Será que todos os gases são iguais? Será que o ar tem o mesmo peso de outros gases?

Preparem-se para investigar algo curioso e surpreendente!

##### **Desafio:**

“Imagine que vocês estão brincando com bolhas de sabão. Algumas voam e estouram no ar, outras caem direto no chão. Agora, pense nisso: e se vocês vissem bolhas que em um determinado local como uma caixa ficam paradas no ar, como se tivessem sido congeladas ali. Que tipo de “mistério invisível” pode estar sustentando essas bolhas?”

Em grupo, registrem suas hipóteses:

##### **Materiais necessários:**

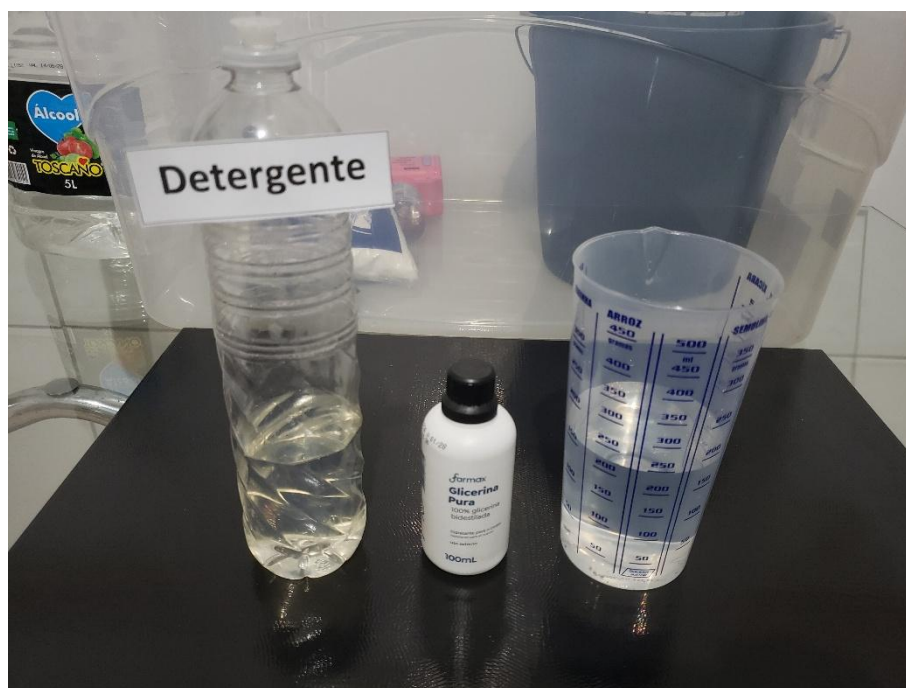
- Caixa organizadora transparente (60 x 45 x 45 cm)
- 2000 mL de vinagre comercial (4%)
- 1000 g de bicarbonato de sódio
- 100 mL de detergente
- 50 mL de glicerina
- 2000 mL de água
- Soprador de bolhas de sabão (tipo pistola infantil)
- Copo medidor
- Espátula de cozinha
- Balde plástico.



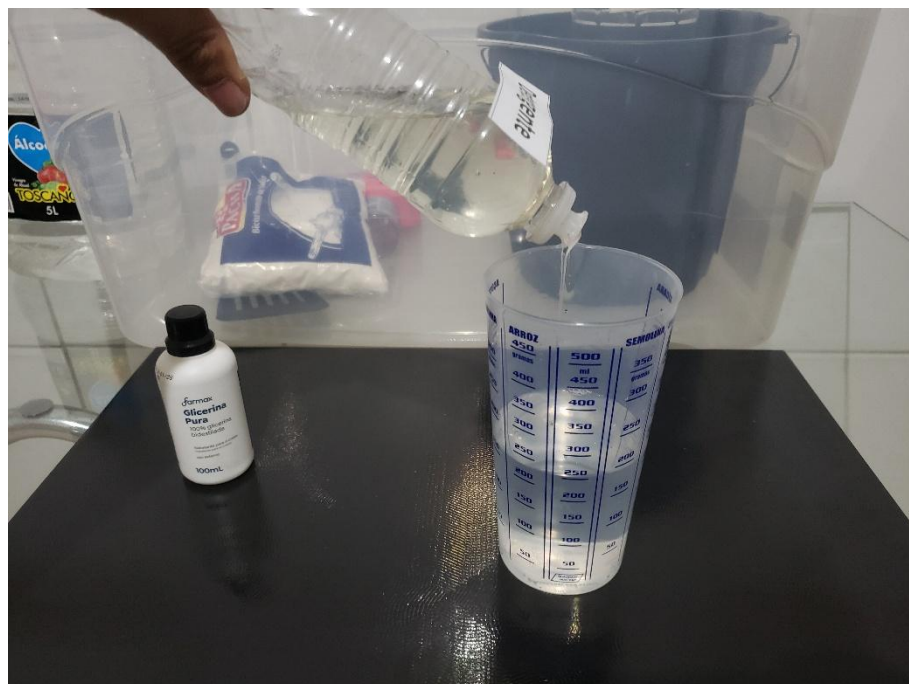
**Passo a passo (Procedimento):**

1. Em um copo medidor contendo 250 mL de água (a), adicione 100 mL de detergente (b) e 50 mL de glicerina (c). A seguir transfira essa solução para o reservatório do soprador de bolhas (d) e monte o conjunto (e).

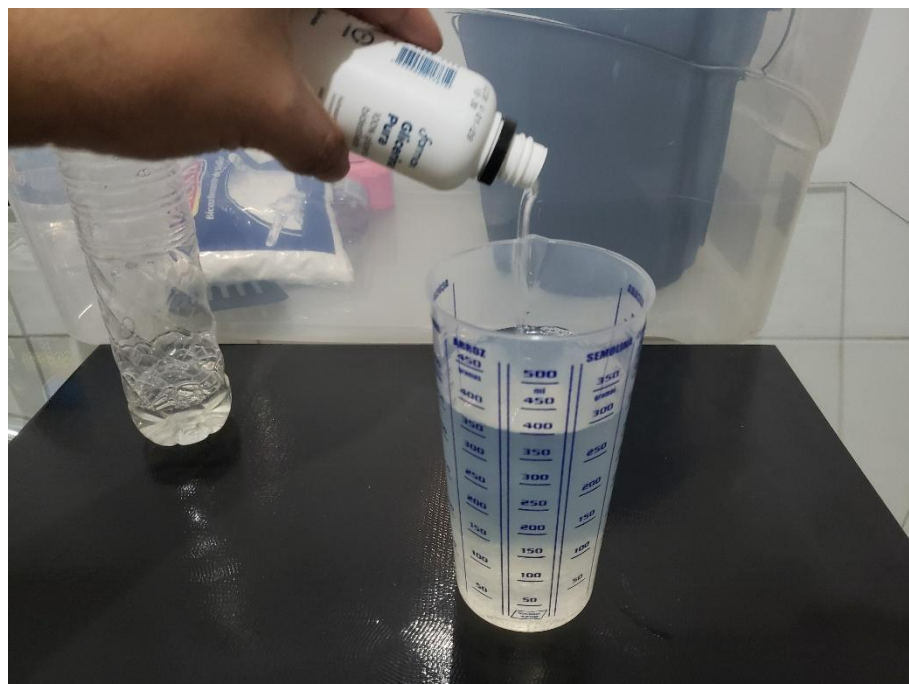
a)



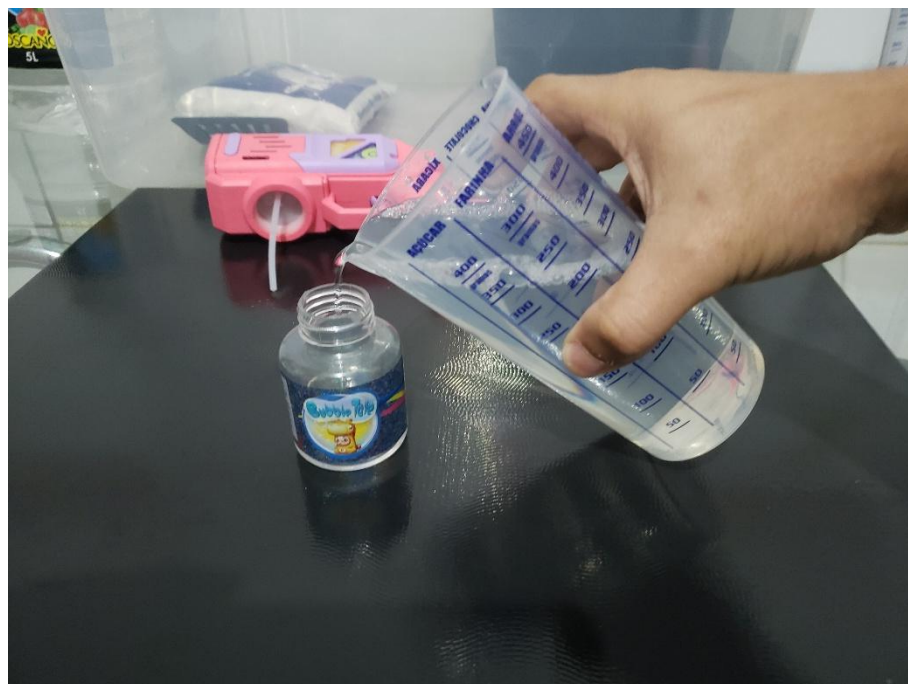
b)



c)



d)



e)



2. Na caixa organizadora, coloquem os 2000 mL de água (a) e adicione os 1000g de bicarbonato de sódio (b). Misture bem com a espátula até dissolver completamente (c).

a)



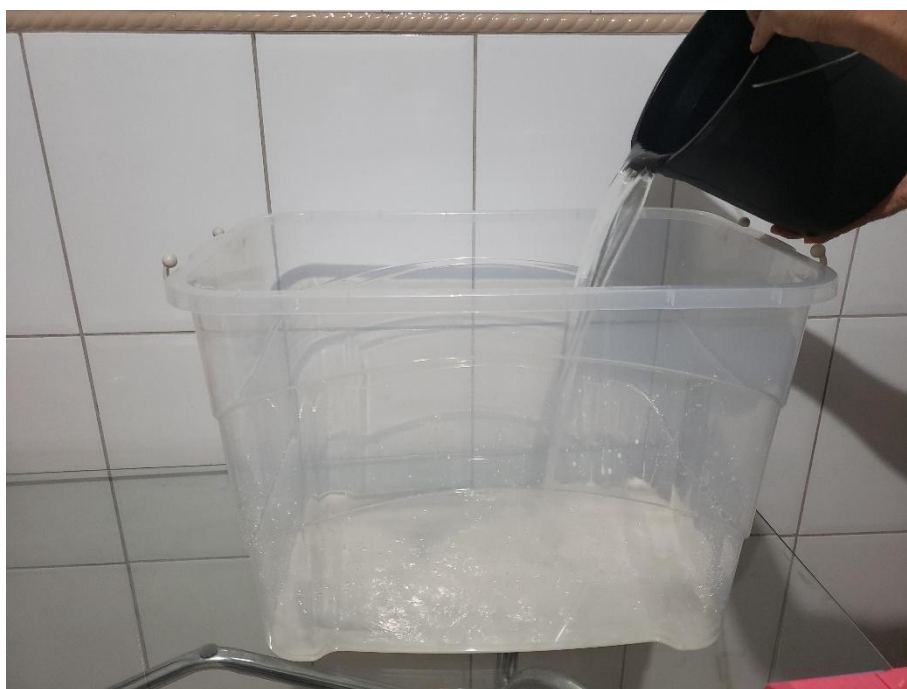
b)



c)



3. Em seguida, com auxílio do balde despeje cuidadosamente os 2000 mL de vinagre na caixa e observe a reação efervescente.



4. Após o término da reação (quando não houver mais efervescência), usem o soprador para soprar bolhas sobre a abertura da caixa, de forma que algumas bolhas caiam espontaneamente dentro da caixa e outras saem dela.



5. Observem atentamente o que acontece com as bolhas em cada ambiente (dentro e fora da caixa).
6. Façam anotações sobre tudo aquilo que observarem.

## **Aula 2 – O que tudo isso quer dizer?**

### **Conversa em grupo (análise dos resultados):**

Discutam entre vocês:

- Todas as bolhas se comportaram da mesma forma?
- O que há de diferente dentro da caixa?

### **Desafio de investigação:**

Agora reflitam:

- Qual foi o gás liberado durante a reação entre vinagre e bicarbonato de sódio?
- Em que outros lugares podemos encontrar esse gás?
- O que vocês acham que faz com que uma bolha “pare” no ar e não caia?
- Que relação pode existir entre as propriedades do gás dentro da caixa e o comportamento das bolhas?

Façam um desenho, esquema ou pequeno texto explicando com as palavras de vocês o que descobriram até agora. Se quiserem, usem setas, cores ou comparações com situações do dia a dia.

## **Aula 3 – Apresentando os resultados para a turma**

### **Elaborando o relatório**

Cada grupo deve montar um pequeno relatório contendo:

1. Título do experimento.
2. Objetivo – O que queriam descobrir?
3. Materiais utilizados.
4. Passo a passo (Procedimentos).
5. O que foi observado?
6. Qual a explicação de vocês para o que aconteceu? Há alguma relação com a densidade dos gases? Se necessário podem consultar o material de apoio.

### **Apresentação**

- Apresentem aos demais colegas da turma o que descobriram.
- O que vocês observaram está relacionado com qual propriedade dos gases?

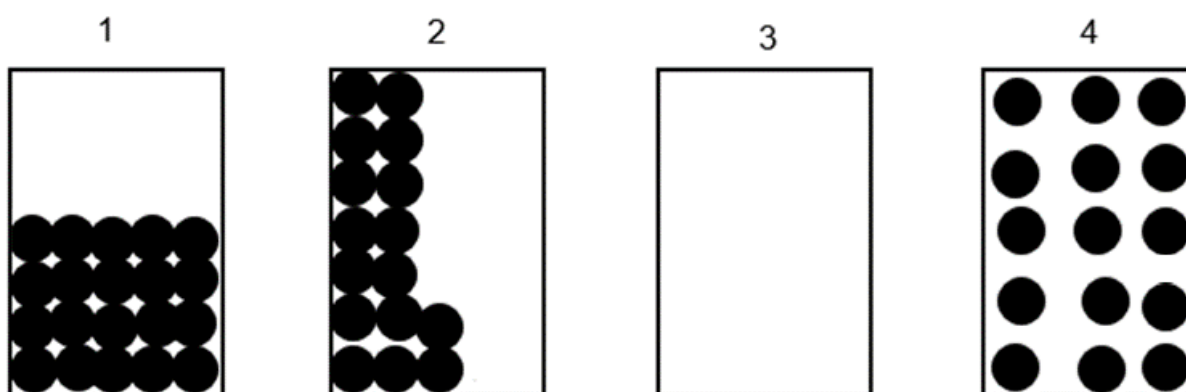
### **Avaliação**

Observação do engajamento na atividade levando em consideração a curiosidade, a atenção aos detalhes, a troca de ideias entre o grupo, o esforço para construir uma explicação baseada no que observaram e a sua relação com o estudo dos gases.

### 9.7 Apêndice 7 – Questionário final.

Questionário aplicado após o desenvolvimento das atividades da Sequência Didática com os estudantes da segunda série do Ensino Médio da Escola Estadual Professor Ilídio Alves de Carvalho sobre os conceitos envolvidos no estudo dos gases.

**Questão 01.** Qual das figuras a seguir melhor representa uma substância no estado gasoso?



Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

**Questão 02.** O que é um gás? Cite três exemplos.

**Questão 03.** Em festas e comemorações, é comum o uso de balões feitos de látex ou outros materiais. Você já reparou que alguns balões flutuam no ar, enquanto outros permanecem no chão, mesmo sendo feitos do mesmo material e tendo o mesmo tamanho? Esse fenômeno está relacionado às Leis dos Gases que descrevem como as propriedades dos gases influenciam seu comportamento. Você saberia explicar o que faz com que balões preenchidos com certos gases flutuam, enquanto aqueles preenchidos com ar comum não apresentam o mesmo comportamento?

**Questão 04.** Considere que um estudante colocou um pedaço de *marshmallow* dentro de uma seringa, tampou a saída de ar com o dedo, verificando que o volume do pedaço de *marshmallow* variava à medida que pressionava ou soltava o êmbolo. De que forma a compressão do êmbolo da seringa e a consequente mudança no volume do pedaço de *marshmallow* evidencia a relação entre pressão e volume, mantendo a temperatura constante? O que isso sugere sobre o comportamento do gás dentro da seringa?

**Questão 05.** Alguns frascos de vidro contendo medicamentos para gotas têm uma pequena abertura por onde as gotas devem sair até a dosagem desejada, conforme a imagem a seguir. Quando o frasco é virado com a abertura para baixo e agitado com

força, o ar na parte superior do frasco exerce pressão sobre o líquido, o que pode fazer com que as gotas saiam de forma descontrolada, liberando uma dose muito acima da desejada. Uma alternativa mais eficaz seria virar o frasco com abertura para baixo e envolver seu fundo, onde se encontra a porção de ar acima do medicamento com as mãos. Isso faria com que as gotas saíssem de forma mais controlada. Proponha uma explicação para o processo, baseando-se nas informações apresentadas?



Fonte: elaborada pelo autor (2023).

**Questão 06.** O balonismo é um esporte praticado em diversas regiões do mundo, no qual grandes balões coloridos flutuam no céu, proporcionando vistas incríveis. Esses balões dependem de um processo específico para se elevarem e permanecerem no ar. Imagine que você é parte de uma equipe de balonismo e precisa explicar a um grupo de curiosos como o balão consegue flutuar e o que torna isso possível. Quais fatores relacionados aos gases, você acredita que influenciam o processo de elevação e flutuação dos balões? Como o comportamento do ar dentro e fora do balão pode contribuir para o voo?

**Questão 07.** O que você aprendeu sobre os gases durante o estudo?

## 9.8 Apêndice 8 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE/Responsáveis.

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO- TCLE /RESPONSÁVEIS

Gostaríamos de convidar o(a) aluno(a) da 2ª série do Ensino Médio sob sua responsabilidade a participar como voluntário (a) da pesquisa “**Elaboração e avaliação de uma Sequência Didática para estudo dos gases com uso de atividades investigativas no ensino médio**”. O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é o fato que o conteúdo referente aos gases é de grande importância dentro da disciplina de Química do Ensino Médio, e ao apresentar alternativas metodológicas para o estudo dos gases pretendemos auxiliar na compreensão dos fatores envolvidos na organização da estrutura da matéria, em especial no estado de agregação gasoso. Ela será desenvolvida pelo pesquisador Silvanir Natalino de Silva, mestrando do Programa de Mestrado Profissional em Química (PROFQU), sob a orientação da professora Dra. Deyse Gomes da Costa. Com o desenvolvimento dessa pesquisa, pretendemos analisar a aprendizagem dos estudantes da 2ª série do Ensino Médio, sobre os gases por meio de atividades investigativas. Caso você concorde em participar, vamos realizar as seguintes atividades divididas em quatro etapas:

**Primeira etapa:** será apresentado o tema para os alunos, na sequência será realizada a sondagem das concepções prévias dos alunos acerca do tema, essa etapa será feita através de uma roda de conversa e de um questionário individual no *Google Forms*, a ser aplicado no laboratório de informática da escola com tempo estimado de uma hora/aula para sua realização e seguirá o roteiro elaborado pelo professor.

**Segunda etapa:** os alunos serão organizados em grupos de até cinco integrantes de livre escolha, será entregue um material para leitura e debate. Esta etapa será realizada em uma hora/aula.

**Terceira etapa:** em grupos de até cinco integrantes de livre escolha, os alunos realizarão atividades práticas que abordam as diferentes Leis e propriedades dos gases. Ao fim de cada experimento os grupos farão as discussões dos fenômenos observados e confeccionarão um relatório que será exposto para a turma utilizando cartazes ou apresentações em dispositivos digitais. Esta etapa será realizada em três horas/aulas.

**Quarta etapa:** Após o desenvolvimento das atividades será realizada uma segunda roda de conversa com os alunos sobre os gases e a seguir será realizada a sondagem do conhecimento adquirido, por meio de um segundo questionário *Google Forms* individual, a ser aplicado no laboratório de informática da escola. Esta etapa será realizada em uma hora/aula e seguirá o roteiro elaborado pelo professor.

A pesquisa aborda o Estudo dos Gases, assunto inserido no conteúdo de Química no Ensino Médio e sua participação nos ajudará a apresentar alternativas metodológicas para o ensino e compreensão por parte dos alunos sobre este assunto. As atividades aqui propostas visam oferecer elementos capazes de dimensionar a dinâmica das partículas no estado gasoso. Correlacionando teoria e prática com elementos do cotidiano, de forma que o entendimento de partícula e de movimento perpétuo sejam facilitados.

A proposta de pesquisa aqui apresentada, oferece diversos benefícios para os participantes e a comunidade. Para os alunos participantes, promove um aprendizado prático e significativo, desenvolvendo habilidades científicas, estimulando a curiosidade e o trabalho em equipe. Para a comunidade, contribui para a formação de cidadãos cientificamente alfabetizados, melhora a qualidade de vida ao permitir escolhas informadas, e fomenta uma cultura científica. Para a sociedade, eleva a qualidade da educação, desenvolve o capital humano, promove inovação pedagógica e incentiva o desenvolvimento da sustentabilidade e a consciência ambiental, alinhando-se aos princípios de promoção de uma vida digna, respeito aos direitos humanos e ao meio ambiente.

Acreditamos que os principais riscos associados a esta pesquisa estão relacionados à possibilidade de os participantes se sentirem constrangidos, cansados ou aborrecidos ao responderem aos questionários ou participarem das atividades experimentais, bem como de

experimentarem alterações na autoestima devido à falta de conhecimento em determinados conteúdos, ao medo de serem identificados ou à quebra do anonimato. Para mitigar esses riscos, os pesquisadores fornecerão uma explicação detalhada de todas as etapas dos questionários e das atividades antecipadamente e estarão disponíveis para esclarecer dúvidas a qualquer momento. Além destes, os pesquisadores esclarecerão ainda que todos(as) poderão ou não responder aos questionamentos ao longo da pesquisa, bem como participar ou não das atividades propostas, sem a sucessão de qualquer penalidade, considerando que a participação será voluntária e que os dados, serão coletados por meio de questionários sem a identificação dos participantes, havendo absoluto sigilo quanto às suas identidades.

Para participar desta pesquisa, o aluno deverá ter sido identificado através deste Termo de Consentimento e demonstrar interesse de participar da pesquisa através da assinatura do Termo de Assentimento. Sendo que sua participação não lhe trará nenhum custo assim como qualquer vantagem financeira. Apesar disso, caso haja algum dano causado pelo desenvolvimento das atividades desta pesquisa, o aluno terá direito à indenização. A participação do aluno é voluntária e o fato de não querer participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que ele é atendido(a) pelo professor pesquisador. O pesquisador não vai divulgar o nome do aluno. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. O nome do aluno ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão.

Você, responsável, poderá retirar o consentimento ou interromper a participação do aluno a qualquer momento. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida a você e também será transformado em modelo de formulário caso a pesquisa seja aplicada de forma remota e armazenado igualmente, de forma segura.

Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, o pesquisador avaliará os documentos para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. O pesquisador tratará a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para fins acadêmicos e científicos. Saiba que a qualquer momento poderá solicitar novas informações e poderá modificar a decisão de participar se assim o desejar. Após o preenchimento deste termo de consentimento, o aluno aqui identificado deve manifestar o interesse em participar da pesquisa pelo preenchimento do Termo de Assentimento-TALE.

Eu, \_\_\_\_\_, portador(a) do documento de Identidade \_\_\_\_\_ responsável pelo aluno \_\_\_\_\_ fui informado (a) dos objetivos do estudo pesquisa "**Elaboração e avaliação de uma Sequência Didática para Estudo dos Gases com uso de atividades investigativas no Ensino Médio**" de maneira clara e detalhada, e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar. Declaro que concordo em participar. Recebi uma via original deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer minhas dúvidas.

**Nome do Pesquisador:** Silvanir Natalino de Silva  
**E-mail:** [silvanir.silva@ufv.br](mailto:silvanir.silva@ufv.br)  
**Telefone:** (33) 98837-1922

**Professora Orientadora:** Deyse Gomes da Costa  
**E-mail:** [deysegcosta@ufv.br](mailto:deysegcosta@ufv.br)  
**Telefone:** (31) 3612-6623

Em caso de discordância ou irregularidades sob o aspecto ético desta pesquisa, você poderá consultar:

CEP/UFV – Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos  
Universidade Federal de Viçosa  
Edifício Arthur Bernardes, piso inferior  
Av. PH Rolfs, s/n – Campus Universitário  
Cep: 36570-900 Viçosa/MG  
Telefone: (31)3612-2316  
E-mail: [cep@ufv.br](mailto:cep@ufv.br)  
[www.cep.ufv.br](http://www.cep.ufv.br)

São Sebastião do Anta, MG \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2024.

---

Assinatura do Responsável

## 9.9 Apêndice 9 – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido - TALE

### TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TALE

Prezado(a) Estudante,

Você está sendo convidado para participar como voluntário(a) da pesquisa “**Elaboração e avaliação de uma Sequência Didática para estudo dos gases com uso de atividades investigativas no ensino médio**”. O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é o fato que o conteúdo referente aos gases é de grande importância dentro da disciplina de Química do Ensino Médio, e ao apresentar alternativas metodológicas para o estudo dos gases pretendemos auxiliar na compreensão dos fatores envolvidos na organização da estrutura da matéria, em especial no estado de agregação gasoso. Ela será desenvolvida pelo pesquisador Silvanir Natalino de Silva, mestrando do Programa de Mestrado Profissional em Química (PROFQUI), sob a orientação da professora Dra. Deyse Gomes da Costa. Com o desenvolvimento dessa pesquisa, pretendemos analisar a aprendizagem dos estudantes da 2ª série do Ensino Médio, sobre os gases por meio de atividades investigativas. Caso você concorde em participar, vamos realizar as seguintes atividades divididas em quatro etapas:

**Primeira etapa:** será apresentado o tema para os alunos, na sequência será realizada a sondagem das concepções prévias dos alunos acerca do tema, essa etapa será feita através de uma roda de conversa e de um questionário individual no *Google Forms*, a ser aplicado no laboratório de informática da escola com tempo estimado de uma hora/aula para sua realização e seguirá o roteiro elaborado pelo professor.

**Segunda etapa:** os alunos serão organizados em grupos de até cinco integrantes de livre escolha, será entregue um material para leitura e debate. Esta etapa será realizada em uma hora/aula.

**Terceira etapa:** em grupos de até cinco integrantes de livre escolha, os alunos realizarão atividades práticas que abordam as diferentes Leis e propriedades dos gases. Ao fim de cada experimento os grupos farão as discussões dos fenômenos observados e confeccionarão um relatório que será exposto para a turma utilizando cartazes ou apresentações em dispositivos digitais. Esta etapa será realizada em três horas/aulas.

**Quarta etapa:** Após o desenvolvimento das atividades será realizada uma segunda roda de conversa com os alunos sobre os gases e a seguir será realizada a sondagem do conhecimento adquirido, por meio de um segundo questionário *Google Forms* individual, a ser aplicado no laboratório de informática da escola. Esta etapa será realizada em uma hora/aula e seguirá o roteiro elaborado pelo professor.

A pesquisa aborda o Estudo dos Gases, assunto inserido no conteúdo de Química no Ensino Médio e sua participação nos ajudará a apresentar alternativas metodológicas para o ensino e compreensão por parte dos alunos sobre este assunto. As atividades aqui propostas visam oferecer elementos capazes de dimensionar a dinâmica das partículas no estado gasoso. Correlacionando teoria e prática com elementos do cotidiano, de forma que o entendimento de partícula e de movimento perpétuo sejam facilitados.

A proposta de pesquisa aqui apresentada, oferece diversos benefícios para os participantes e a comunidade. Para os alunos participantes, promove um aprendizado prático e significativo, desenvolvendo habilidades científicas, estimulando a curiosidade e o trabalho em equipe. Para a comunidade, contribui para a formação de cidadãos cientificamente alfabetizados, melhora a qualidade de vida ao permitir escolhas informadas, e fomenta uma cultura científica. Para a sociedade, eleva a qualidade da educação, desenvolve o capital humano, promove inovação pedagógica e incentiva o desenvolvimento da sustentabilidade e a consciência ambiental, alinhando-se aos princípios de promoção de uma vida digna, respeito aos direitos humanos e ao meio ambiente.

Acreditamos que os principais riscos associados a esta pesquisa estão relacionados à possibilidade de os participantes se sentirem constrangidos, cansados ou aborrecidos ao responderem aos questionários ou participarem das atividades experimentais, bem como de experimentarem alterações na autoestima devido à falta de conhecimento em determinados conteúdos, ao medo de serem identificados ou à quebra do anonimato. Para mitigar esses riscos, os pesquisadores fornecerão uma explicação detalhada de todas as etapas dos questionários e das atividades antecipadamente e estarão disponíveis para esclarecer dúvidas a qualquer momento. Além destes, os pesquisadores esclarecerão ainda que todos(as) poderão ou não responder aos questionamentos ao longo da pesquisa, bem como participar ou não das atividades propostas, sem a sucessão de qualquer penalidade, considerando que a participação será voluntária e que os dados, serão coletados por meio de questionários sem a identificação dos participantes, havendo absoluto sigilo quanto às suas identidades.

Portanto, serão respeitados os seguintes aspectos ao longo do desenvolvimento desse estudo: (i) o participante terá total liberdade para se recusar a participar ou retirar o consentimento em qualquer momento da pesquisa, sem penalidade alguma; (ii) a participação no estudo não terá nenhum custo para o(a) participante, nem receberá qualquer vantagem financeira; (iii) garantia de sigilo com relação aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa e anonimato; (iv) a participação será voluntária; e (v) os resultados da pesquisa estarão disponíveis para o(a) participante acessar quando finalizada.

Este Termo de Assentimento Livre e Esclarecido – TALE encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma delas será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida ao participante. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de cinco anos após o término da pesquisa. Depois desse tempo, os mesmos serão destruídos. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo e confidencialidade, atendendo à legislação brasileira, em especial, à Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, e utilizarão as informações somente para fins acadêmicos e científicos.

Eu, \_\_\_\_\_, contato \_\_\_\_\_, fui informado(a) dos objetivos da pesquisa "**Elaboração e avaliação de uma Sequência Didática para Estudo dos Gases com uso de atividades investigativas no Ensino Médio**" de maneira clara e detalhada, e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar. Declaro que concordo em participar. Recebi uma via original deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer minhas dúvidas.

**Nome do Pesquisador:** Silvanir Natalino de Silva  
**E-mail:** [silvanir.silva@ufv.br](mailto:silvanir.silva@ufv.br)  
**Telefone:** (33) 98837-1922

**Professora Orientadora:** Deyse Gomes da Costa  
**E-mail:** [deysecosta@ufv.br](mailto:deysecosta@ufv.br)  
**Telefone:** (31) 3612-6623

Em caso de discordância ou irregularidades sob o aspecto ético desta pesquisa, você poderá consultar:

CEP/UFV – Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos  
Universidade Federal de Viçosa  
Edifício Arthur Bernardes, piso inferior  
Av. PH Rolfs, s/n – Campus Universitário  
Cep: 36570-900 Viçosa/MG  
Telefone: (31)3612-2316

E-mail: [cep@ufv.br](mailto:cep@ufv.br)  
[www.cep.ufv.br](http://www.cep.ufv.br)

São Sebastião do Anta, MG, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2024.

---

Assinatura do Participante

---

Assinatura do Pesquisador

## 9.10 Apêndice 10 – Produto Educacional.



### PRODUTO EDUCACIONAL

#### SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA ESTUDO DOS GASES COM USO DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NO ENSINO MÉDIO



Fonte: <https://artecombalao.com/como-funcionam-os-baloes-de-ar-quente/>

**Silvanir Natalino De Silva**

**Orientadora: Dra. Deyse Gomes da Costa**

**VIÇOSA – MINAS GERAIS  
2025**

## **Apresentação**

Caro professor, esta Sequência Didática é o produto da dissertação do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (ProfQui), realizado na Universidade Federal de Viçosa (UFV). A proposta foi desenvolvida ao longo do referido curso com a finalidade de fornecer subsídio, para o estudo dos gases com estudantes do ensino médio, visando contribuir para o processo de Alfabetização Científica por meio do Ensino de Química.

As atividades aqui propostas buscam destacar o protagonismo dos estudantes por meio da experimentação em Química, utilizando a literatura científica e materiais de baixo custo, facilitando o desenvolvimento das atividades mesmo nos ambientes de ensino que não contam com laboratórios de Ciências.

O interesse pessoal por esta temática surgiu da vivência em sala de aula como docente de Química no Ensino Médio, onde foi possível perceber a dificuldade recorrente de muitos estudantes em compreender os conceitos associados aos estados de agregação da matéria, especialmente os relativos ao estado gasoso. Tais dificuldades estão, em grande parte, relacionadas a limitação em visualizar as partículas em movimento, compreender suas interações e estabelecer relações entre variáveis como temperatura, pressão e volume.

A compreensão destes conceitos é essencial para o estudo da Química, uma vez que os gases estão presentes em vários fenômenos naturais e aplicações tecnológicas, além de desempenharem papel fundamental em processos como a respiração dos seres vivos, a regulação da temperatura do planeta pelo efeito estufa, a filtragem da radiação ultravioleta, entre outros fenômenos importantes para a manutenção da vida.

## **1. Introdução**

Os recursos didáticos utilizados no ensino de Ciências da natureza podem favorecer a compreensão desta numa linguagem dita científica. Sendo, portanto, recomendado que estes busquem promover a interlocução dos fenômenos com as práticas do dia a dia (Chassot, 2003). Neste sentido, a adoção da experimentação pode contribuir para o protagonismo dos estudantes favorecendo a construção do conhecimento e estimulando o envolvimento com os conceitos científicos presentes no cotidiano (Carvalho, et. al. 2018).

Na construção das aulas, é recomendado que se identifique as concepções prévias que os estudantes possuem sobre o assunto a ser abordado, assim como os meios necessários para a sua contextualização. Pois essa permite que seja identificada pelo estudante a relação entre o conhecimento a ser construído e sua realidade, contribuindo com a motivação para o aprendizado, que é essencial durante todo o processo. Neste sentido o professor possui um papel importante na motivação do estudante, uma vez que a forma com que se comunica e se relaciona com ele, também interfere no seu interesse durante as aulas (Kiefer e Pilatti, 2014).

Assim o processo de Alfabetização Científica, deve agregar conhecimentos que visem a melhoria da qualidade de vida dos cidadãos, independentemente das suas escolhas profissionais, uma vez que os conceitos científicos se aplicam aos diversos produtos, serviços e ambientes aos quais cada pessoa faz uso ou está inserida. (Milaré, Richetti e Filho, 2009).

A disciplina de Química em muitas situações é considerada desinteressante pelos estudantes, devido às abordagens tradicionais em aulas teóricas que só reproduzem fórmulas e conceitos sem inferência a vivência diária (Locatelli e Macuglia, 2018).

Com a perspectiva de contribuir com a implementação dos recursos didáticos e com as metodologias empregadas na promoção da alfabetização científica, em especial ao ensino de Química, esta Sequência Didática propõe materiais que possam auxiliar no desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes, buscando favorecer a construção do conhecimento científico frente ao estudo dos gases.

## **2. Justificativa**

O estudo dos gases no ensino médio, quando conduzido apenas de forma teórica, encontra grandes desafios. Costa, Lima e Sarmiento (2020) afirmam que o

livro didático tem sido o principal recurso utilizado na preparação e execução das aulas de Química. No entanto nem todos os livros didáticos abordam o tema de forma ampla e nem mesmo descrevem conceitualmente as diferenças entre gás e vapor, o que pode comprometer a aprendizagem.

A escolha do tema para a Sequência Didática se deve a grande dificuldade que os estudantes do Ensino Médio têm de assimilar os conceitos da teoria dos gases quando trabalhados apenas de forma teórica. Pesquisas como a de Silva, Lima e Bergamaschi (2015), evidenciam estas dificuldades dos estudantes em construir modelos mentais capazes de articular os diferentes níveis de representação do conhecimento químico, em especial, o comportamento das partículas no nível submicroscópico, o que compromete a compreensão global dos fenômenos gasosos.

Assim é recomendado que a metodologia adotada no ensino de Química favoreça a transição entre os níveis de representação, macroscópico (tangível, o que se vê na prática), submicroscópico (molecular/atômico, invisível) e simbólico (fórmulas, equações e modelos) no estudo da matéria (Johnstone, 1993).

A Base Nacional Curricular Comum (Brasil, 2018), assim como o Plano de Curso proposto pelo Estado de Minas Gerais para 2024, recomendam que os estudantes da segunda série do Ensino Médio, consolidem as seguintes competências e habilidades referentes ao estudo dos gases (Minas Gerais, 2024).

**Competência Específica 01** - Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global.

**Habilidade** - (EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.

**Habilidade** - (EM13CNT102XA) Identificar e interpretar sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento.

**Habilidade** - (EM13CNT102XB) Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos.

### 3. Público-alvo

- Estudantes do ensino médio – Química.

### 4. Duração

- 6 (seis) horas/aula.

### **5. Objetivo de Aprendizagem**

- Verificar as concepções prévias dos estudantes, referente ao estudo dos gases.
- Compreender a Lei de Boyle e suas aplicações.
- Compreender a Lei de Charles e suas aplicações.
- Compreender a Lei de Charles e Gay-Lussac e suas aplicações.
- Compreender a densidade dos gases e suas aplicações.
- Avaliar as atividades da Sequência Didática.

### **6. Etapas da Sequência Didática**

A Sequência Didática foi elaborada com um total de quatro etapas a serem executadas em um tempo previsto de seis hora/aula conforme a seguir:

- **Primeira etapa:**

Destina-se a apresentação da proposta de trabalho aos estudantes e a sondagem das concepções prévias dos mesmos, acerca do tema, por meio da aplicação de um questionário (Apêndice 1) discursivo individual e sem consulta que pode ser aplicado no *Google Forms* ou impresso e distribuído aos estudantes. Esta etapa tem um tempo previsto de hora/aula.

- **Segunda etapa**

Os estudantes devem ser organizados em grupos de até cinco integrantes de livre escolha que serão mantidos até a terceira etapa, cada grupo deve receber o material impresso para leitura e debate (Apêndice 2), como preparação para as atividades. Esta etapa tem um tempo previsto de uma hora/aula.

- **Terceira etapa:**

A cada grupo, deverá ser entregue um roteiro em um envelope lacrado de uma das quatro atividades práticas que serão realizadas (Apêndice 3). Os materiais necessários para os experimentos deverão ser expostos sobre uma mesa ou bancada. Os grupos deverão ler o roteiro, identificar o experimento a ser realizado e separar os materiais necessários. Nesta etapa cada uma das atividades visa demonstrar uma propriedade ou lei relativa aos gases, a ser identificadas pelo grupo de estudantes de acordo com as observações dos fenômenos no experimento.

É recomendado que cada grupo realize a prática, de forma que os demais estudantes da turma possam acompanhar e observar. Ao fim de cada experimento os

grupos devem realizar as discussões sobre os fenômenos observados e confeccionar um relatório a ser apresentado aos demais estudantes da turma utilizando cartazes ou apresentação de slides conforme a disponibilidade. Esta etapa tem um tempo previsto de três horas/aulas.

- **Quarta etapa:**

Após o desenvolvimento das atividades realizar uma segunda roda de conversa com os estudantes sobre as experiências vividas ao longo do processo e uma avaliação da Sequência Didática, por meio da aplicação de um questionário (Apêndice 4) no *Google Forms* ou impresso de forma individual e sem consulta. Esta etapa tem um tempo previsto de uma hora/aula.

## 7 Referências

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.

CHASSOT, Attico. "Alfabetização Científica: Uma Possibilidade Para a Inclusão Social." **Revista Brasileira De Educação** 22 (2003): 89-100. Web.

COSTA, J. D. S.; LIMA, J. P. M.; SARMENTO, V. H. V. Aproximações e distanciamentos dos conceitos de gás e vapor nos livros didáticos de Química aprovados no PNLEM 2018. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 11, n. 1, p. 48–63, 2020. DOI: 10.26843/rencima.v11i1.2219. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/2219>. Acesso em: 4 jun. 2023.

DE CARVALHO, Higinio Nascimento et al. A experimentação no ensino de Ciências: utilizando a Química como proposta para experimentação no mestrado de ensino de Ciências. **Ambiente: Gestão e Desenvolvimento**, v. 11, n. 01, p. 52-64, 2018. Disponível em: <https://periodicos.uerr.edu.br/index.php/ambiente/article/view/130>. Acesso em: 14 maio. 2023.

JOHNSTONE, A. H. The development of chemistry teaching: a changing response to changing demand. **Journal of Chemical Education**, v. 70, p. 701–704, 1993. Disponível em: <<https://sci-hub.se/10.1021/ed070p701>>. Acesso em: 15 jun. 2024.

MINAS GERAIS. Secretaria Estadual de Educação. **Currículo Referência de Minas Gerais. Plano de Curso 2024**. 2º Ano - Ensino Médio – Ciências da Natureza e Suas Tecnologias. Disponível em: <https://curriculoreferencia.educacao.mg.gov.br/index.php/plano-de-cursos-crmg>. Acesso em: 03 de jul. de 2024.

KIEFER, Neci Iolanda Schwanz; PILATTI Luiz Alberto. "Roteiro Para a Elaboração De Uma Aula Significativa." **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia** 7.1 (2014): Revista Brasileira De Ensino De Ciência E Tecnologia, 2014, Vol.7 (1). Web.

LOCATELLI, Aline. MACUGLIA, Uliane. "As Séries De TV Como Ferramenta Pedagógica No Ensino De Química." **Revista Thema** 15.4 (2018): 1294-301. Web.

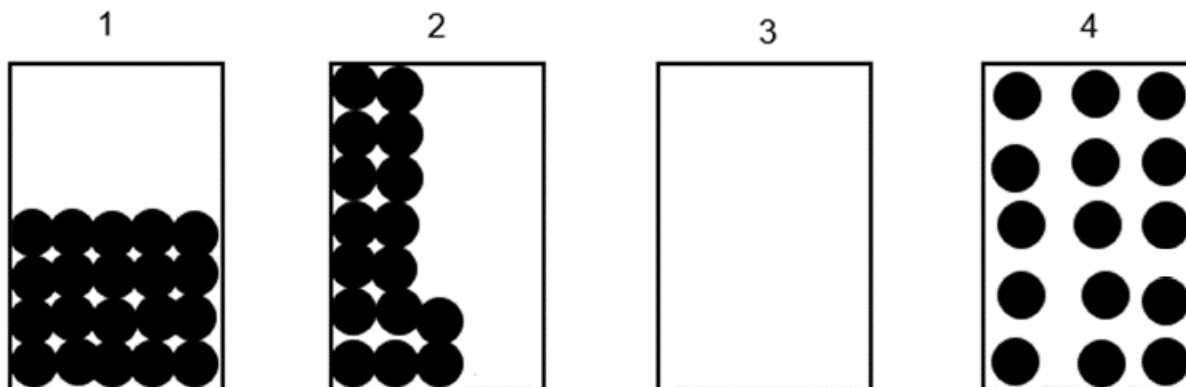
MILARÉ, Tathiane; RICHETTI, Graziela Piccoli; FILHO, José de Pinho Alves. **Química Nova Na Escola** Vol. 31, N° 3, Agosto 2009.

SANA, T.; ARROIO, A.; REZENDE, D. B. **Análise de modelos de estudantes de Ensino Médio sobre mudanças de estados físicos da matéria no domínio submicroscópico do conhecimento químico**. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, 18, 2016, Florianópolis. Anais [...]. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Química, 2016.

SILVA, J. C.; LIMA, J. P. M.; BERGAMASKI, K. Concepções alternativas sobre gases de ingressantes do curso de Licenciatura em Química da UFS/Campus São Cristóvão. **Scientia Plena**, v. 11, n. 6, 2015.

### Apêndice 1 – Levantamento das concepções prévias - Questionário inicial.

**Questão 01.** Qual das figuras a seguir melhor representa uma substância no estado gasoso?



Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

**Questão 02.** O que é um gás? Cite três exemplos.

**Questão 03.** Em festas e comemorações, é comum o uso de balões feitos de látex ou outros materiais. Você já reparou que alguns balões flutuam no ar, enquanto outros permanecem no chão, mesmo sendo feitos do mesmo material e tendo o mesmo tamanho? Esse fenômeno está relacionado às Leis dos Gases que descrevem como as propriedades dos gases influenciam seu comportamento. Você saberia explicar o que faz com que balões preenchidos com certos gases flutuam, enquanto aqueles preenchidos com ar comum não apresentam o mesmo comportamento?

**Questão 04.** Considere que um estudante colocou um pedaço de *marshmallow* dentro de uma seringa, tampou a saída de ar com o dedo, verificando que o volume do pedaço de *marshmallow* variava à medida que pressionava ou soltava o êmbolo. De que forma a compressão do êmbolo da seringa e a conseqüente mudança no volume do pedaço de *marshmallow* evidencia a relação entre pressão e volume, mantendo a temperatura constante? O que isso sugere sobre o comportamento do gás dentro da seringa?

**Questão 05.** Alguns frascos de vidro contendo medicamentos para gotas têm uma pequena abertura por onde as gotas devem sair até a dosagem desejada, conforme a imagem a seguir. Quando o frasco é virado com a abertura para baixo e agitado com força, o ar na parte superior do frasco exerce pressão sobre o líquido, o que pode fazer com que as gotas saiam de forma descontrolada, liberando uma dose muito acima da desejada. Uma alternativa mais eficaz seria virar o frasco com a abertura para baixo e envolver seu fundo, onde se encontra a porção de ar acima do

medicamento com as mãos. Isso faria com que as gotas saíssem de forma mais controlada. Proponha uma explicação para o processo, baseando-se nas informações apresentadas?



Fonte: elaborada pelo autor (2023).

**Questão 06.** O balonismo é um esporte praticado em diversas regiões do mundo, no qual grandes balões coloridos flutuam no céu, proporcionando vistas incríveis. Esses balões dependem de um processo específico para se elevarem e permanecerem no ar. Imagine que você é parte de uma equipe de balonismo e precisa explicar a um grupo de curiosos como o balão consegue flutuar e o que torna isso possível. Quais fatores relacionados aos gases, você acredita que influenciam o processo de elevação e flutuação dos balões? Como o comportamento do ar dentro e fora do balão pode contribuir para o voo?

**Questão 07.** O que você espera aprender sobre os gases?

## **Apêndice 2 – Material de apoio para leitura e debate.**

### **Estudo dos Gases**

#### **1. Introdução**

Hoje, vamos falar sobre um assunto essencial na Química: os gases. Segundo os autores Atkins e Jones (2012, p. 133), é possível prever o comportamento físico dos gases por meio das chamadas leis dos gases, que são equações baseadas em um modelo simples, onde as moléculas estão sempre em movimento desordenado e quase não interagem entre si, a não ser em colisões rápidas. Estudar os gases é importante porque eles representam o estado mais simples da matéria, e isso facilita no momento de estabelecer a ligação entre o que acontece com partículas como átomos e moléculas e as propriedades da matéria que observamos no dia a dia.

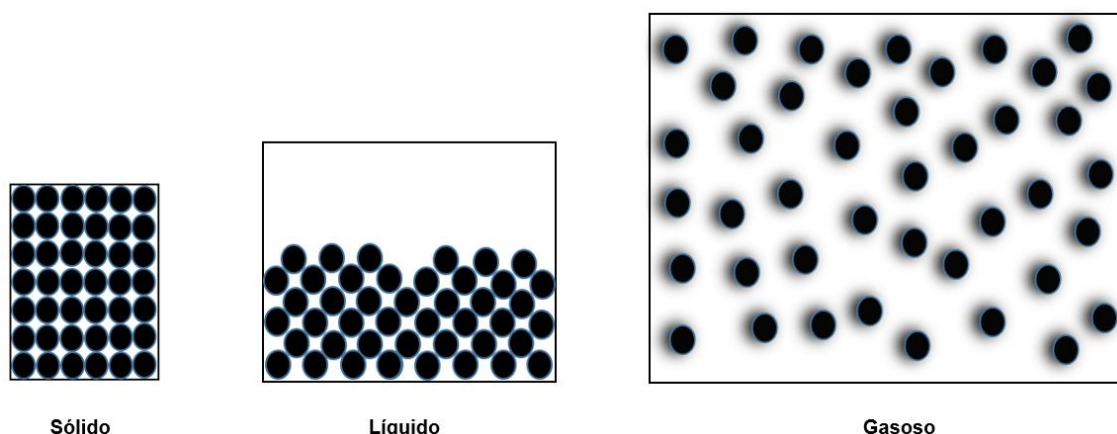
Um exemplo claro da importância dos gases é a própria atmosfera da Terra, uma camada fina de gases que nos protege da radiação e fornece elementos essenciais para a vida, como oxigênio, nitrogênio, dióxido de carbono e vapor d'água. Parece muito simples, mas sem ela a vida na Terra seria impossível

Então, estudar os gases é muito mais do que aprender fórmulas, é entender como a matéria funciona, como a vida surgiu e se desenvolveu no nosso planeta, e como tudo isso se conecta com o mundo ao nosso redor.

#### **2. Mas, afinal de contas, o que é um gás?**

Segundo Silva (2019, p. 22), um gás é um dos estados da matéria que, ao contrário dos sólidos e dos líquidos, não tem forma ou volume fixos. As partículas de um gás estão em movimento constante, ocupando todo o espaço disponível. Esse movimento desordenado é o que caracteriza os gases de uma forma geral.

Na figura a seguir podemos observar o comportamento de 42 partículas de uma substância hipotética no estado sólido, líquido e gasoso, onde é possível observar que no estado gasoso a mesma quantidade de partículas ocupa um volume muito maior devido às distâncias entre elas. Este distanciamento é provocado pelo grande número de colisões entre as partículas e entre partículas e as paredes do recipiente, pois no estado gasoso as partículas possuem grande quantidade de energia cinética.



Fonte: elaborada pelo autor, 2024.

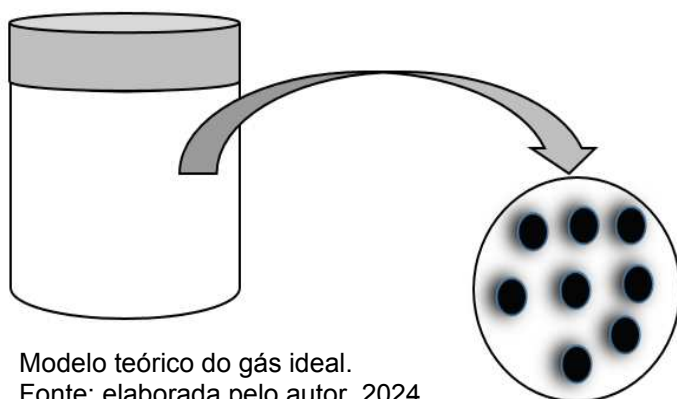
Representação do comportamento de 42 partículas nos estados sólido, líquido e gasoso.

É importante destacar que no estado gasoso, a mesma quantidade de partículas ocupa um volume muito maior em comparação aos estados sólido e líquido, devido a razões específicas.

No estado gasoso, as partículas possuem muita energia cinética, o que significa que elas se movem rapidamente em todas as direções. Essa alta energia faz com que se afastem umas das outras, rompendo praticamente todas as forças de atração intermoleculares que as mantêm próximas, assim elas se espalham para ocupar todo o volume disponível no recipiente em que estão, ou seja, quando não há restrições, as partículas se dispersam e ocupam o maior volume possível, sendo limitado apenas pelas paredes do recipiente. Essa característica torna um gás altamente compressível e altamente expansível. Comportamento que é descrito por leis como a Lei dos Gases Ideais, que relaciona a pressão, o volume e a temperatura de um gás com o número de partículas presentes (Atkins e Jones, 2012).

### 3. Gás Ideal

#### 3.1 O que é um Gás Ideal?



Modelo teórico do gás ideal.

Fonte: elaborada pelo autor, 2024.

Segundo Levine (2011, p. 9 - 14), o gás ideal é um conceito teórico que nos ajuda a entender o comportamento dos gases em diferentes condições. No modelo de gás ideal, consideramos que as partículas não interagem entre si, ou seja, não há forças atrativas ou

repulsivas entre elas, exceto durante colisões e que estas colisões são perfeitamente elásticas, ou seja, sem perda de energia.

### 3.2 Propriedades dos Gases Ideais

As partículas de um gás ideal estão sempre em movimento. Elas se deslocam em linha reta até colidirem com outras partículas ou com as paredes do recipiente. Estas colisões são consideradas perfeitamente elásticas, ou seja, a energia total e a velocidade das partículas são conservadas após a colisão. O espaço entre as partículas é muito maior do que o próprio tamanho das partículas, permitindo que se movam livremente. A pressão que um gás ideal exerce nas paredes do recipiente é o resultado das colisões das partículas com essas paredes (Atkins e Jones, 2012).

### 3.3 A Equação do Gás Ideal

A equação que descreve o comportamento de um gás ideal é:

$$PV = nRT$$

Em que:

- P é a pressão do gás
- V é o volume ocupado pelo gás
- n é o número de moles de gás
- R é a constante universal dos gases (0,082 atm·L/mol·K)
- T é a temperatura em Kelvin

Essa equação relaciona a pressão, o volume, a quantidade de gás e a temperatura. É amplamente usada para resolver problemas envolvendo gases ideais que simulam o comportamento dos gases em diferentes condições. (Silva, 2019).

### 3.4 Limitações do Modelo de Gás Ideal

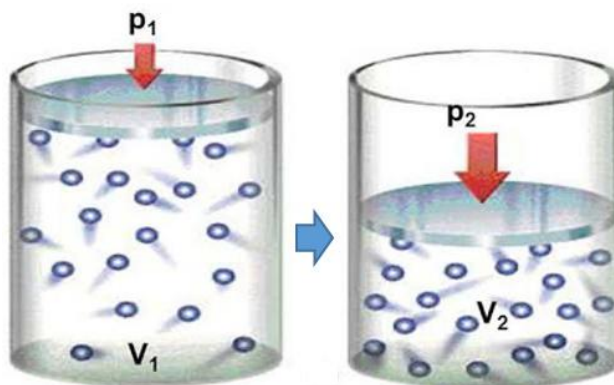
Embora o modelo de gás ideal seja muito útil, ele não se aplica a todas as situações. Em altas pressões, as partículas ficam muito próximas e as forças intermoleculares começam a ter um papel significativo. Em baixas temperaturas, as partículas se movem mais lentamente, e as forças atrativas podem afetar o comportamento do gás (Silva, 2019).

## 4. Leis dos Gases

As leis dos gases são princípios que descrevem como os gases se comportam em relação a mudanças de pressão, volume e temperatura. Vamos conhecer as principais leis:

### 4.1 Lei de Boyle

A Lei de Boyle, formulada por Robert Boyle em 1662, afirma que, se mantivermos a temperatura constante, a pressão de um gás é inversamente proporcional ao seu volume. Isso significa que, se a pressão aumenta, o volume diminui, e vice-versa (Atkins e Jones, 2012).



Fonte: <https://quizlet.com/br/505457993/transformacao-isotermica-lei-de-boyle-flash-cards/> - Acessado em 15 de outubro 2024

Representação da Lei de Boyle: à temperatura constante, a pressão de um gás é inversamente proporcional ao seu volume.

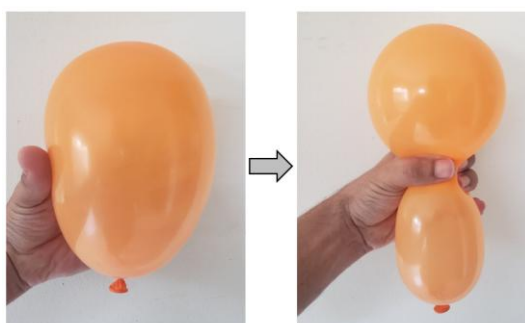
Podendo ser expresso pelas relações matemáticas:

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

Onde:

- $P_1$  é a pressão inicial do gás (em atm).
- $V_1$  é o volume inicial do gás (em litros).
- $P_2$  é a pressão final do gás (em atm).
- $V_2$  é o volume final do gás (em litros).

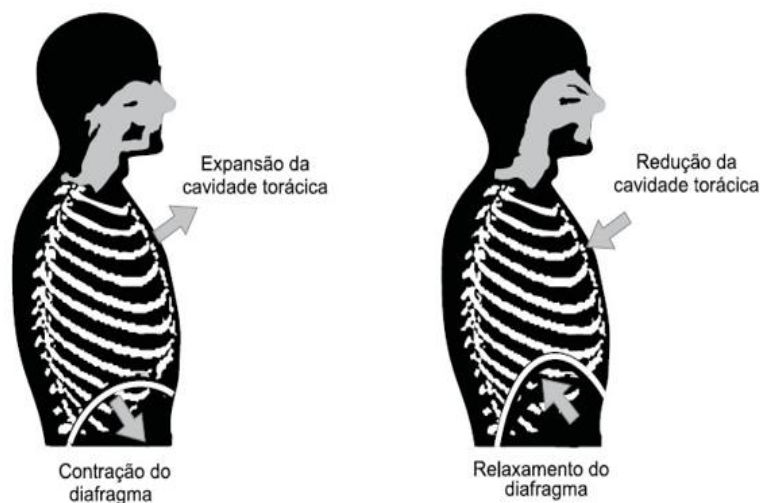
Exemplo: Se você tem um balão a temperatura ambiente e começa a apertá-lo, a pressão do ar dentro do balão aumenta, e o volume diminui.



Fonte: elaborada pelo autor, 2024.

Ao comprimir um balão, a pressão interna aumenta e o volume diminui, ilustrando a Lei de Boyle.

## 4.2 A respiração humana e a Lei de Boyle



Fonte: <https://app.estuda.com/questoes/?id=159653>

Acessado em 15 de outubro 2024

Durante a inspiração, o volume do tórax aumenta, a pressão nos pulmões diminui e o ar entra, movendo-se da maior para a menor pressão.

O processo respiratório pode ser entendido por meio da Lei de Boyle (De Oliveira Cruz et al, 2021).

Durante a inspiração (quando o ar entra nos pulmões), os músculos ao redor das costelas se contraem, levantando as costelas e o esterno, enquanto o diafragma desce. Isso aumenta o espaço no tórax, o que faz os pulmões se expandirem. Com o aumento do volume dos pulmões, a pressão dentro deles diminui, ficando menor do que a pressão do ar fora do corpo (pressão atmosférica). Como o ar sempre se move de onde a pressão é maior para onde é menor, ele entra nos pulmões (Costanzo, 2015).

Na expiração (quando soltamos o ar), os músculos relaxam, as costelas e o esterno voltam para baixo e o diafragma sobe. Isso reduz o espaço no tórax, diminuindo o volume dos pulmões. Com o volume menor, a pressão dentro dos pulmões aumenta e fica maior do que a pressão do ar fora do corpo. Dessa forma, o ar é expulso dos pulmões (Costanzo, 2015).

A Lei de Boyle ajuda a entender como o volume e a pressão dos pulmões mudam para permitir a entrada e a saída de ar durante a respiração (De Oliveira Cruz et al. 2021).

## 4.3 Lei de Charles

A Lei de Charles, descoberta por Jacques Charles em 1787, diz que, a pressão constante, o volume de um gás aumenta à medida que a temperatura aumenta, ou

seja, o volume de um gás aumenta proporcionalmente à sua temperatura (em Kelvin), desde que a pressão e a quantidade de gás sejam mantidas constantes. Em outras palavras, quanto mais quente o gás, mais espaço ele ocupa (Levine, 2011).

Podendo ser expresso pelas relações matemáticas:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

Em que:

- $V_1$  é o volume inicial do gás (em litros).
- $T_1$  é a temperatura inicial do gás (em Kelvin).
- $V_2$  é o volume final do gás (em litros).
- $T_2$  é a temperatura final do gás (em Kelvin).

Exemplo: Se uma garrafa de plástico (PET) estiver fechada e for deixada ao sol, o ar dentro dela aquece e se expande, podendo até deformar a garrafa, ilustrando o aumento de volume com o aquecimento.



Fonte: <https://publicdomainvectors.org/pt/vetorial-gratis/Garrafa-PET-a-ilustra%C3%A7%C3%A3o-vetorial-de-sol/16541.html>

Acessado em 17 de outubro 2024

Ao aquecer, o ar dentro da garrafa se expande, aumentando de volume e podendo deformar o recipiente.

O princípio de funcionamento dos balões de ar quente também pode ser relacionado à Lei de Charles. Quando o ar dentro do balão é aquecido, ele se expande e ocupa um volume maior diminuindo a sua densidade, isso permite a subida do balão.



Fonte: [https://br.freepik.com/fotos-premium/close-up-da-parte-do-balao-de-ar-quente-se-preparando-para-o-voo\\_12486151.htm](https://br.freepik.com/fotos-premium/close-up-da-parte-do-balao-de-ar-quente-se-preparando-para-o-voo_12486151.htm)  
Acessado em 17 de outubro 2024



Fonte: <https://artecombalao.com/como-funcionam-os-baloes-de-ar-quente/>  
Acessado em 17 de outubro 2024

#### 4.4 Lei de Gay-Lussac

Louis Joseph Gay-Lussac, em 1802, estabeleceu que, se o volume for constante, a pressão de um gás é diretamente proporcional à temperatura. Isso significa que, se a temperatura de um gás aumenta, a pressão também aumenta, desde que o volume não mude (Silva, 2019).

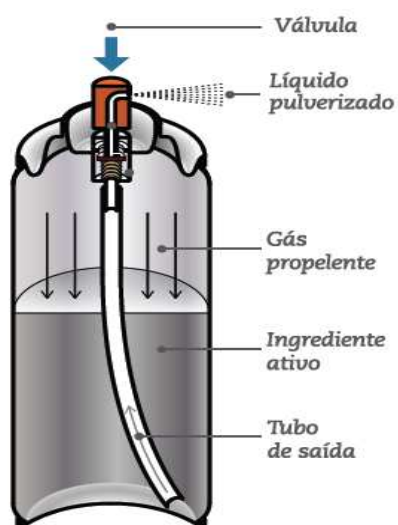
Podendo ser expresso pelas relações matemáticas:

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

Em que:

- $P_1$  é a pressão inicial do gás (em atm).
- $T_1$  é a temperatura inicial do gás (em Kelvin).
- $P_2$  é a pressão final do gás (em atm).
- $T_2$  é a temperatura final do gás (em Kelvin).

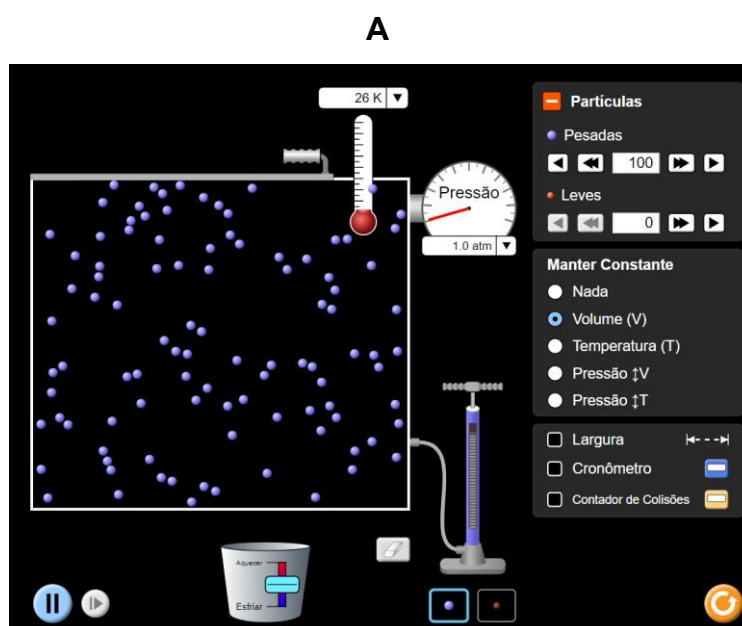
**Exemplo:** Se uma lata de spray for exposta a altas temperaturas, ou mesmo deixada ao sol, a pressão interna do gás propelente aumenta significativamente. Isso ocorre porque o gás dentro da lata se aquece e como as paredes da lata não se expandem (não se movimentam) o volume se mantém fixo, logo a pressão se eleva. Em casos extremos em que a pressão aumenta muito, poderá até ocorrer uma explosão pelo rompimento repentino das paredes da lata.



Fonte: <https://aerollarevista.com/2016/05/a-importancia-da-pressao-de-vapor-no-desempenho-de-um-aerosol/> Acessado em 15 de outubro 2024

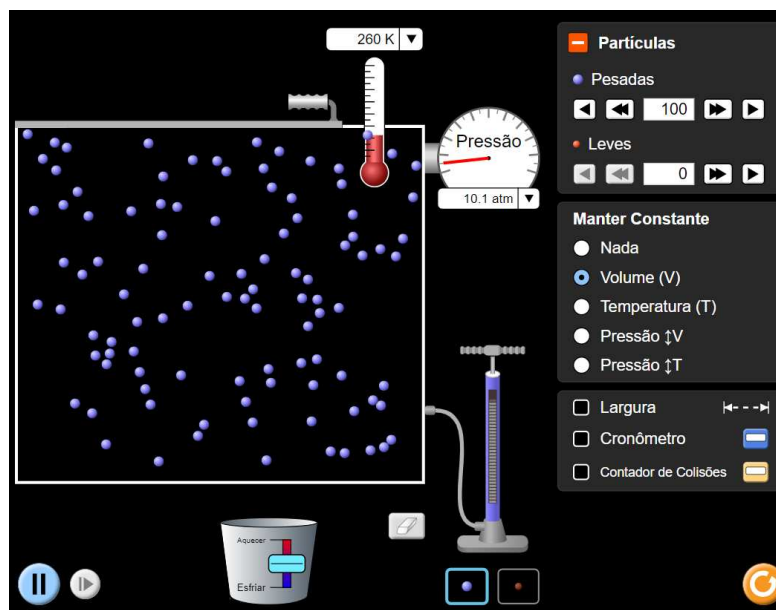
Ao ser aquecida, a pressão dentro da lata de spray aumenta, pois o volume é fixo. Em excesso, essa pressão pode causar explosão.

As ilustrações **A** e **B** a seguir foram utilizadas para exemplificar a Lei de Gay-Lussac e representam o mesmo sistema antes e depois do aquecimento. Em **A** a temperatura é de 26k e a pressão do gás atingiu 1 atm., em **B** o sistema foi aquecido até temperatura de 260k e a pressão do gás se elevou para 10,1 atm., tanto em A quanto em B, o volume foi mantido constante, ou seja, as paredes do sistema não apresentam nenhuma expansão.



Fonte: [https://phet.colorado.edu/sims/html/gases-intro/latest/gases-intro\\_all.html?local=pt\\_BR](https://phet.colorado.edu/sims/html/gases-intro/latest/gases-intro_all.html?local=pt_BR) -  
Acessado em 15 de outubro 2024

**B**



Fonte: [https://phet.colorado.edu/sims/html/gases-intro/latest/gases-intro\\_all.html?local=pt](https://phet.colorado.edu/sims/html/gases-intro/latest/gases-intro_all.html?local=pt) BR  
Acessado em 15 de outubro de 2024.

#### 4.5 Princípio de Avogadro

Proposto por Amadeo Avogadro em 1811, afirma que o volume por mol de moléculas ou de átomos de qualquer gás medido sob mesmas condições de temperatura e pressão é constante (Silva, 2019).

A equação que descreve este princípio é:

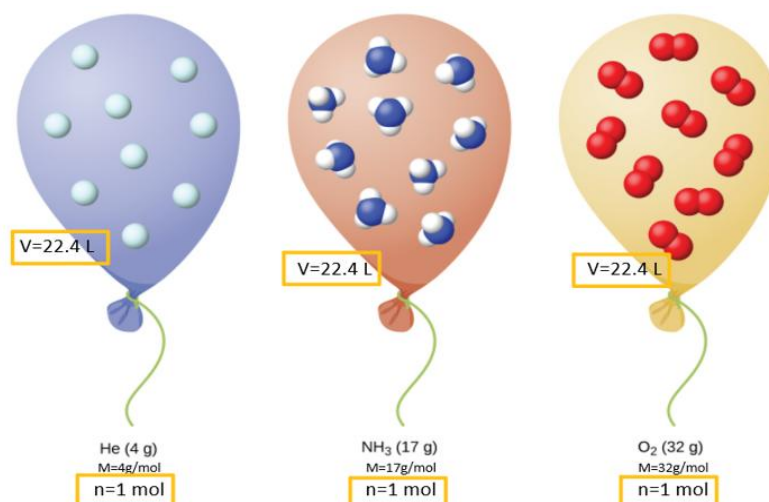
$$V_m = \frac{V}{n}$$

Em que:

- $V_m$  é o volume molar (volume por mol de gás).
- $V$  é o volume do gás (em litros).
- $n$  é o número de mols do gás (quantidade de substância).

Determinou ainda que em condições idênticas de temperatura e pressão, volumes iguais de gases contêm o mesmo número de moléculas, independentemente de sua natureza (Silva, 2019).

Exemplo: Um litro de oxigênio contém o mesmo número de moléculas que um litro de hidrogênio, se ambos estiverem nas mesmas condições. Isso equivale a dizer que o Volume molar é o espaço ocupado, em litros, por 1 mol de qualquer matéria no estado gasoso e em condições normais de temperatura e pressão (CNTP), ou seja, um mol de diferentes gases ocupa sempre o volume molar de 22,4 L conforme ilustrado abaixo.



Fonte: <https://www.wizeprep.com/online-courses/10371/chapter/12/core/6/2>

Acessado em 15 de outubro 2024

Em CNTP, 1 mol de qualquer gás ocupa 22,4 L, independentemente do tipo de molécula, ilustrando o conceito de volume molar.

## 5. Densidade dos Gases

A densidade de um gás é uma propriedade importante que nos ajuda a entender quão "pesado" um gás é em relação ao espaço que ocupa. A densidade é definida como a massa do gás dividida pelo seu volume (Atkins e Jones, 2012).

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

Em que:

- $d$  é a densidade (em g/L).
- $m$  é a massa do gás (em gramas).
- $V$  é o volume ocupado pelo gás (em litros).

Podemos ainda calcular a densidade de um gás pela sua massa molar usando a seguinte fórmula:

$$d = \frac{MP}{RT}$$

Em que:

- $d$  é a densidade (em g/L).
- $M$  é a massa molar do gás (em g/mol).
- $P$  é a pressão.
- $R$  é a constante universal dos gases ( $0,082\text{ atm}\cdot\text{L/mol}\cdot\text{K}$ ).
- $T$  é a temperatura absoluta (em Kelvin).

Em situação em que a temperatura e a pressão são constantes, quanto maior for a massa molar do gás, maior é a sua densidade.

Por exemplo:

- Massa molar (média) do ar atmosférico: 28,9 g/mol (Bottecchia, 2009).
- Massa molar do hélio: 4 g/mol
- Massa molar do dióxido de carbono: 44 g/mol

Verifica-se que o hélio tem massa molar menor que a do ar, logo é menos denso, isso explica o motivo de balões preenchidos com gás hélio subirem para a atmosfera. Já o dióxido de carbono, tem massa molar maior que a do ar, portanto, maior densidade, logo os balões preenchidos com essa mistura de gases tendem a descer para o solo.



Balão dirigível – preenchido com gás hélio

Fonte: <https://cienciaemacao.com.br/gases-nobres-tudo-o-que-voce-precisa-saber/>  
Acessado em 15 de outubro 2024

## 6. Conclusão

Compreender os gases é muito importante, pois eles estão presentes em muitos aspectos do nosso dia a dia, como o ar que respiramos, o funcionamento de veículos e até em fenômenos naturais. Ao aprender sobre como os gases se comportam, você poderá entender melhor o mundo ao seu redor.

## 7. Referências

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012. Cap. 4 – Propriedades dos gases, p. 133–170.

BOTTECCHIA, O. L. A fórmula barométrica como instrumento de ensino em Química. **Química Nova**, v. 32, n. 7, p. 1965–1970, 2009.

COSTANZO, L. S. **Fisiologia**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2015. p. 168–169.

DE OLIVEIRA CRUZ, F. A.; MACHADO, N. A.; CARVALHO, P. S. Biofísica da respiração: uma proposta de abordagem com o uso de recursos educacionais digitais. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 14, n. 1, 2021.

LEVINE, I. N. **Físico-Química**. 6. ed. v. 1. Rio de Janeiro: LTC, 2011. p. 9–14.

SILVA, R. C. B. **Físico-Química**. Fortaleza: Universidade Estadual do Ceará, 2019. p. 22.

## Apêndice 3 – Roteiro experimento 1

### ROTEIRO DE ATIVIDADE EXPERIMENTAL

**Título:** O mistério do marshmallow na seringa

**Duração:** 3 aulas de 50 minutos

**Turma:** 2ª série do Ensino Médio

#### Aula 1 – Vamos investigar!

##### Introdução:

Vocês já apertaram o êmbolo de uma seringa com o dedo tampando a saída de ar? O que acontece com o ar que está dentro? E se além do ar colocarmos algo, como um *marshmallow* dentro da seringa e apertarmos o êmbolo tampando a saída de ar, acontece alguma coisa? Vamos descobrir!

##### Desafio:

"O que acontece com o *marshmallow* dentro de uma seringa, quando apertamos o êmbolo com o bico tampado? E quando soltamos o êmbolo?"

Registrem com seu grupo uma hipótese (uma ideia do que vocês acham que vai acontecer) usando frases simples.

##### Materiais necessários:

- 1 seringa de 20 mL (sem agulha)
- Pedacos pequenos de *marshmallow* de aproximadamente 1cm<sup>3</sup>.



##### Passo a passo (Procedimento):

8. Retire o êmbolo da seringa.



9. Coloque 1 pedacinho de *marshmallow* dentro.



10. Recoloque o êmbolo na seringa com cuidado, sem empurrar o *marshmallow*.



11. Tampe o bico da seringa com o dedo.



12. Aperte devagar o êmbolo o máximo que conseguir e observe o que acontece com o *marshmallow*.



13. Solte o êmbolo (sem retirar o dedo do bico) e observe novamente.



14. Façam isso algumas vezes e anotem o que observaram.

## **Aula 2 – O que tudo isso quer dizer?**

### **Conversa em grupo (análises e discussões dos resultados)**

Discutam com seus colegas e respondam:

- O que mudou dentro da seringa ao pressionar e soltar o êmbolo com a saída ar fechada?

Registrem as suas ideias.

**Desafio da investigação:**

Agora, imaginem que o que aconteceu com o *marshmallow* está diretamente ligado ao comportamento do ar (gases atmosféricos) dentro da seringa.

Respondam:

- O que causou a mudança no *marshmallow*?
- Quando ele foi modificado, o que vocês acham que aconteceu com o espaço entre as moléculas do ar dentro da seringa?
- Quando soltaram o êmbolo, por que o *marshmallow* voltou ao normal?

Façam um esquema, um desenho ou um pequeno texto explicando com as palavras de vocês o que descobriram.

**Aula 3 – Apresentando os resultados para a turma****Elaborando o relatório**

O grupo deve, escrever um pequeno relatório com:

1. Título do experimento.
2. Objetivo – O que queriam descobrir?
3. Materiais utilizados.
4. Passo a passo (Procedimento).
5. O que foi observado?
6. Qual a explicação de vocês para o que aconteceu? Há alguma relação com as leis dos gases? Se necessário podem consultar o material de apoio.

**Apresentação**

- Apresentem aos demais colegas da turma o que descobriram.
- Quais conceitos científicos estão relacionados ao comportamento do *marshmallow*?
- Qual lei dos gases melhor descreve o processo?

**Avaliação**

Observação do engajamento na atividade, levando em consideração a curiosidade de vocês, a vontade de investigar e o esforço para elaborar uma explicação para o fenômeno observado e sua relação com o estudo dos gases.

## Apêndice 4 – Roteiro experimento 2

### ROTEIRO DE ATIVIDADE EXPERIMENTAL

**Título:** O que acontece com um gás quando mudamos a sua temperatura?

**Duração:** 3 aulas de 50 minutos

**Turma:** 2ª série do Ensino Médio

**Aulas 1 e 2 – Vamos investigar!**

**Introdução:**

Vocês já pensaram o que ocorre com o ar quando ele é aquecido ou resfriado? Será que ele muda de comportamento? Vamos investigar!

**Desafio:**

“Será que é possível mover o êmbolo de uma seringa acoplada a uma garrafa, apenas mudando a temperatura do gás dentro da garrafa?

Em grupo proponham uma ou mais hipóteses.

**Materiais necessários:**

- 1 seringa de vidro de 3 mL.
- 1 garrafa de vidro de 1000 mL.
- 1 rolha de silicone com furo central (aproximadamente 6 mm).
- Vaselina líquida.
- 2 bacias metálicas.
- 1 garrafa térmica com água quente (aproximadamente 60°C).
- 1 garrafa térmica com água fria (aproximadamente 3°C).



**Passo a passo (Procedimentos):**

10. Retire o êmbolo da seringa.



11. Lubrifique o êmbolo com vaselina (a) e o coloque de volta na seringa até o volume zero (b).

a)



b)



12. Encaixe a seringa no furo da rolha, de forma que fique bem vedada.



13. Coloque a rolha com a seringa na abertura da garrafa.



14. Coloque água quente (aproximadamente 60 °C) em uma das bacias.



15. Coloque água fria (aproximadamente 3 °C) na outra bacia.



16. Mergulhe a garrafa com a seringa na água quente e observe o que acontece com o êmbolo.



17. Retire a garrafa da água quente e a mergulhe imediatamente na água fria observando novamente o que acontece.



18. Façam isso algumas vezes. Observem, anotem e conversem em grupo sobre o que observaram.

**Análise em grupo (discussão dos resultados):**

Conversem entre vocês e respondam:

- O que aconteceu com o êmbolo da seringa em cada situação?
- O que pode estar acontecendo dentro da garrafa para causar esse efeito?

**Desafio da investigação:**

Agora, relacionem essas observações com a ideia de que o ar dentro da garrafa pode reagir a mudanças na temperatura.

Discutam e respondam:

- Por que o êmbolo se moveu?
- O que isso pode indicar sobre o comportamento do ar dentro da garrafa?
- O volume do ar dentro da seringa mudou? Por quê?
- Façam um desenho, esquema ou texto simples explicando o que vocês acreditam que aconteceu.

**Aula 3 – Apresentando os resultados para a turma**

**Elaborando o relatório**

O grupo deve organizar um pequeno relatório com:

- Título do experimento.
- Objetivo – O que vocês queriam descobrir?
- Materiais utilizados.

- Passo a passo (Procedimento)
- O que foi observado em cada etapa?
- Qual a explicação de vocês para os fenômenos observados? Há alguma lei dos gases relacionada aos fenômenos? Se necessário podem consultar o material de apoio.

### **Apresentação**

- Apresentem aos demais colegas da turma as descobertas de vocês.
- Expliquem o que vocês acham que fez o êmbolo se mover.
- Comentem se conseguiram encontrar alguma relação entre as mudanças observadas e conceitos discutidos em sala ou estudados no material de apoio.

### **Avaliação**

Observação do engajamento na atividade valorizando o nível de curiosidade de vocês, a atenção aos detalhes, a troca de ideias com o grupo e o esforço para construir uma explicação baseada no que observaram e a relação com o estudo dos gases.

## Apêndice 5 – Roteiro experimento 3

### ROTEIRO DE ATIVIDADE EXPERIMENTAL

**Título:** Força invisível capaz de movimentar as coisas.

**Duração:** 3 aulas de 50 minutos.

**Turma:** 2ª série do Ensino Médio.

#### **Aula 1 – Vamos investigar!**

##### **Introdução**

Vocês já pararam para pensar no que acontece com o ar que está dentro de uma garrafa bem fechada quando ela é aquecida? Mesmo sendo invisível, o ar está lá dentro ocupando espaço, mas será que ele muda de alguma forma ao ser aquecido? Neste experimento, vamos observar o que ocorre com o líquido dentro da garrafa ao aquecermos a região onde há apenas ar. Vocês deverão analisar com atenção cada detalhe do que acontece e levantar hipóteses para explicar o comportamento do sistema.

Considere que durante o experimento as dimensões da garrafa não se alteram, ou seja, a capacidade volumétrica permanece a mesma o tempo todo. Então, o que será que muda?

##### **Desafio:**

“O que será que acontece quando aquecemos o ar em um espaço fechado?”

Registrem em grupo uma hipótese inicial: o que vocês acham que acontece? E por quê?

##### **Materiais necessários:**

- 1 garrafa de vidro transparente (330 mL).
- 1 rolha de silicone com furo (6 mm).
- 1 canudo plástico comum.
- Corante alimentício azul.
- 1 soprador térmico (127V) (pode ser usado um secador de cabelo).
- 1 copo com 200 mL de água à temperatura ambiente.
- 1 prato de vidro.
- 1 funil de plástico.



**Passo a passo (Procedimento):**

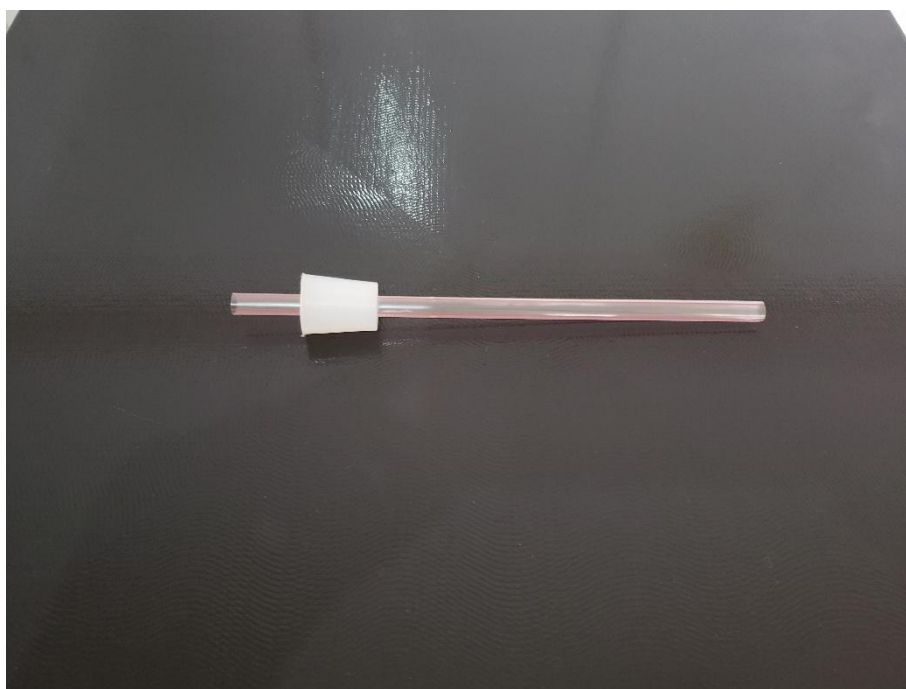
8. Adicione algumas gotas do corante azul aos 200 ml de água.



9. Use o funil para transferir a água com o corante para dentro da garrafa.



10. Encaixe o canudo na rolha de silicone, garantindo que uma das extremidades fique com apenas 1 cm.



11. Feche bem a garrafa com a rolha e o canudo, garantindo que fique bem vedada, ajustando o canudo para que uma das extremidades fique dentro da garrafa mergulhada no líquido, mas sem tocar o fundo e a outra fique para fora da rolha.



12. Coloque a garrafa na posição vertical sobre o prato de vidro.



13. Ligue o soprador térmico (ou o secador de cabelo) em temperatura média e direcione o fluxo de ar para a parte superior da garrafa, onde não há líquido.



14. Observe atentamente o que acontece com o nível do líquido no canudo e anatem tudo.

### **Aula 2 – O que tudo isso quer dizer?**

#### **Análise em grupo:**

Conversem entre vocês e registrem:

- O que aconteceu com o líquido durante o experimento?
- Por qual motivo aconteceu?
- Tem alguma relação com o ar contido na garrafa? E de que forma influenciou o comportamento do líquido?
- Se repetíssemos o experimento resfriando a garrafa, o que vocês acham que poderia acontecer?

#### **Desafio da investigação:**

Sabemos que a garrafa estava fechada e que o seu volume não mudou.

- O que vocês acham que mudou dentro da garrafa durante o aquecimento?
- Por que o líquido subiu?
- Que tipo de relação pode existir entre o aquecimento do ar contido na garrafa e o que foi observado?
- Vocês conhecem alguma lei dos gases que possa ajudar a explicar esse comportamento?

Façam um esquema, desenho ou um pequeno texto explicando com as palavras de vocês o que acreditam estar acontecendo dentro da garrafa. Se necessário, consultem o material de apoio para buscar pistas sobre a lei dos gases que pode ser aplicada.

### **Aula 3 – Apresentando os resultados para a turma**

#### **Elaborando o relatório**

Vocês devem preparar um relatório simples com os seguintes itens:

1. Título do experimento.
2. Objetivo – O que vocês investigaram?
3. Materiais utilizados.
4. Resumo do passo a passo (procedimento).
5. Observações feitas durante o experimento.
6. Explicações do grupo com base nas observações. Se necessário podem consultar o material de apoio.

#### **Apresentação**

- Apresentem aos demais colegas da turma o que observaram e o que acreditam ter causado o fenômeno.
- Se há alguma lei dos gases que pode estar relacionada ao que foi observado.
- Quais conclusões vocês conseguiram construir a partir das observações?

#### **Avaliação**

Observação do engajamento na atividade, lembrando que o mais importante aqui é a curiosidade de vocês, a atenção aos detalhes, a troca de ideias entre o grupo e o esforço para construir uma explicação baseada no que observaram e a relação com as leis dos gases, considerando ainda a exploração de novas possibilidades em outras situações do dia a dia que envolvam esses fenômenos.

## Apêndice 6 – Roteiro experimento 4

### ROTEIRO DE ATIVIDADE EXPERIMENTAL

**Título:** Bolhas que desafiam a gravidade.

**Duração:** 3 aulas de 50 minutos

**Turma:** 2ª série do Ensino Médio

#### **Aula 1 – Vamos investigar!**

##### **Introdução:**

Vocês já viram bolhas de sabão flutuarem no ar? Já observou que a maioria delas sempre caem direto no chão? Mas será que é possível uma bolha parar no ar, como se estivesse suspensa, sem subir nem descer?

Neste experimento, vamos observar o comportamento das bolhas quando colocadas em diferentes ambientes e descobrir como o tipo de gás presente em cada lugar pode interferir no movimento delas. Será que todos os gases são iguais? Será que o ar tem o mesmo peso de outros gases?

Preparem-se para investigar algo curioso e surpreendente!

##### **Desafio:**

“Imagine que vocês estão brincando com bolhas de sabão. Algumas voam e estouram no ar, outras caem direto no chão. Agora, pense nisso: e se vocês vissem bolhas que em um determinado local como uma caixa ficam paradas no ar, como se tivessem sido congeladas ali. Que tipo de “mistério invisível” pode estar sustentando essas bolhas?”

Em grupo, registrem suas hipóteses:

##### **Materiais necessários:**

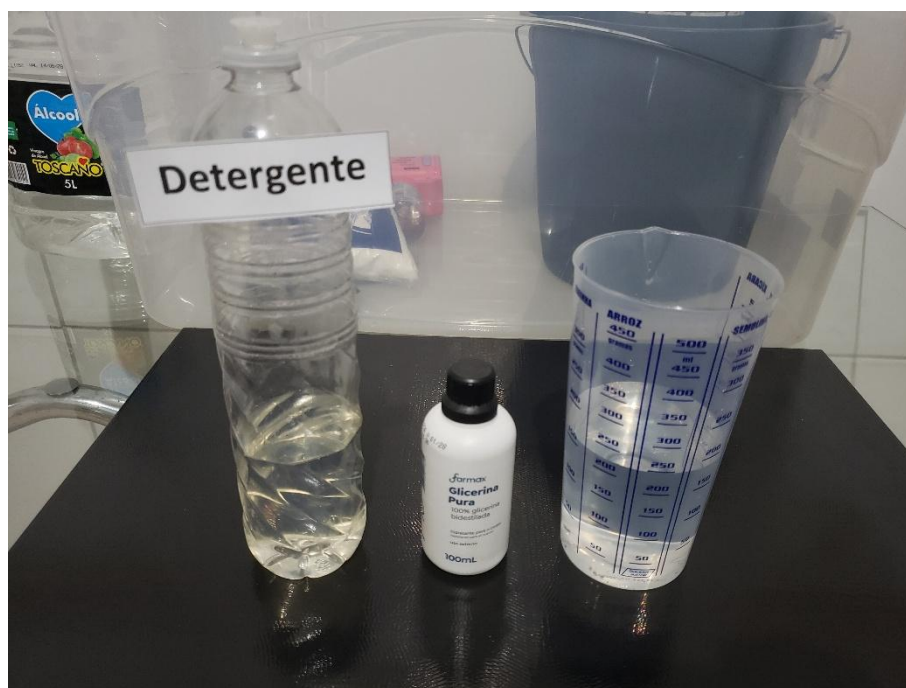
- Caixa organizadora transparente (60 x 45 x 45 cm)
- 2000 mL de vinagre comercial (4%)
- 1000 g de bicarbonato de sódio
- 100 mL de detergente
- 50 mL de glicerina
- 2000 mL de água
- Soprador de bolhas de sabão (tipo pistola infantil)
- Copo medidor
- Espátula de cozinha
- Balde plástico.



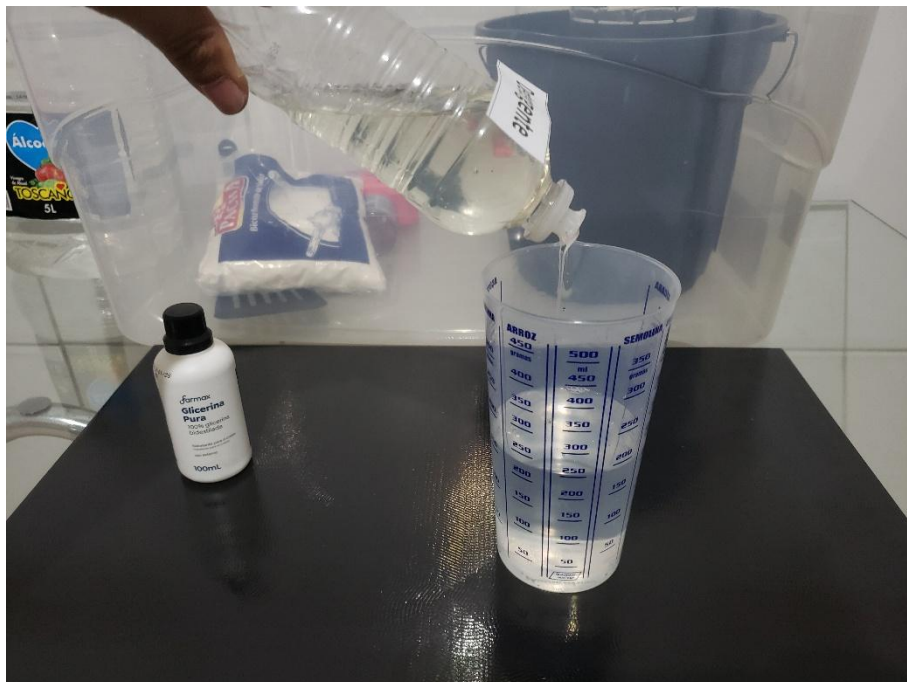
**Passo a passo (Procedimento):**

7. Em um copo medidor contendo 250 mL de água (a), adicione 100 mL de detergente (b) e 50 mL de glicerina (c). A seguir transfira essa solução para o reservatório do soprador de bolhas (d) e monte o conjunto (e).

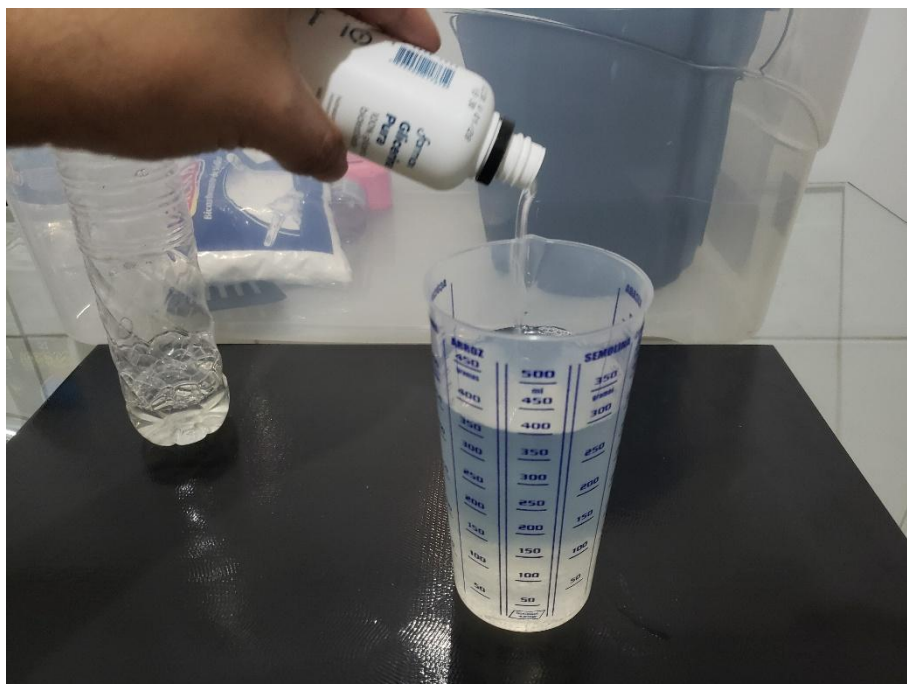
a)



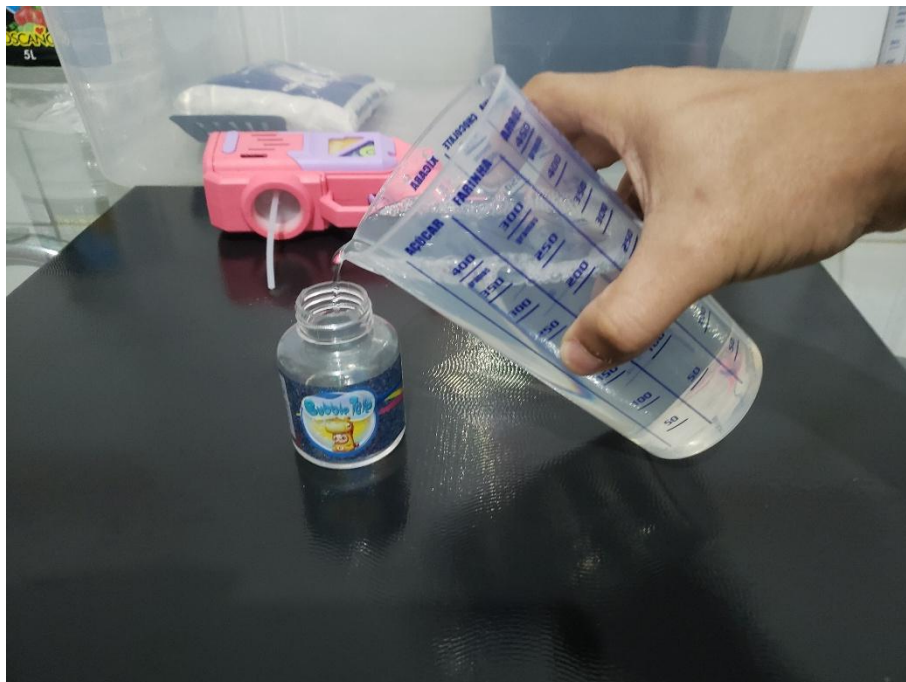
b)



c)



d)



e)



8. Na caixa organizadora, coloquem os 2000 mL de água (a) e adicione os 1000g de bicarbonato de sódio (b). Misture bem com a espátula até dissolver completamente (c).

a)



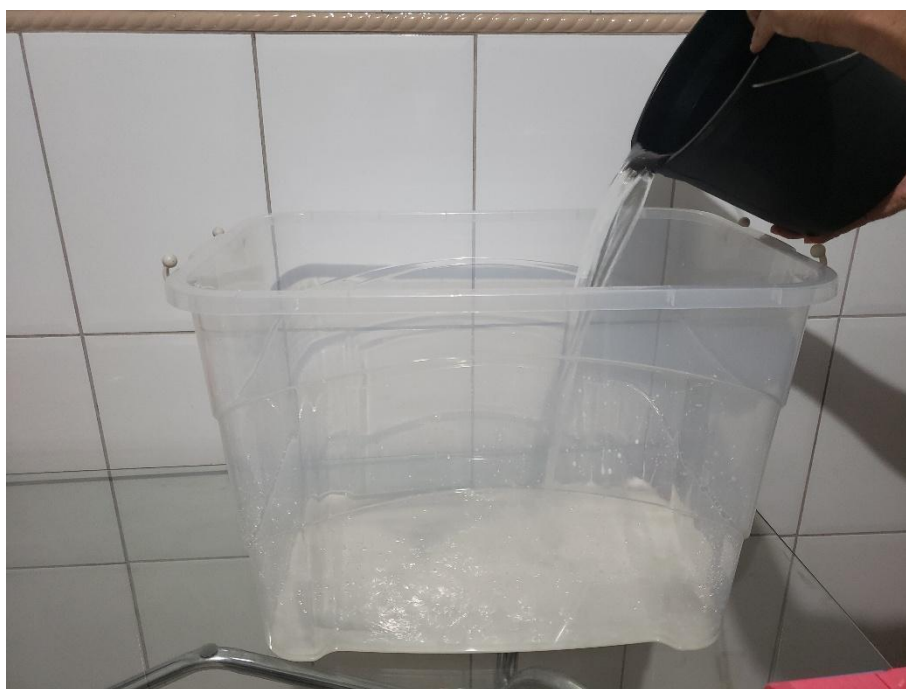
b)



c)



9. Em seguida, com auxílio do balde despeje cuidadosamente os 2000 mL de vinagre na caixa e observe a reação efervescente.



10. Após o término da reação (quando não houver mais efervescência), usem o soprador para soprar bolhas sobre a abertura da caixa, de forma que algumas bolhas caiam espontaneamente dentro da caixa e outras saem dela.



11. Observem atentamente o que acontece com as bolhas em cada ambiente (dentro e fora da caixa).

12. Façam anotações sobre tudo o que for observado.

## **Aula 2 – O que tudo isso quer dizer?**

### **Conversa em grupo (análise dos resultados):**

Discutam entre vocês:

- Todas as bolhas se comportaram da mesma forma?
- O que há de diferente dentro da caixa?

### **Desafio de investigação:**

Agora reflitam:

- Qual foi o gás liberado durante a reação entre vinagre e bicarbonato de sódio?
- Em que outros lugares podemos encontrar esse gás?
- O que vocês acham que faz com que uma bolha “pare” no ar e não caia?
- Que relação pode existir entre as propriedades do gás dentro da caixa e o comportamento das bolhas?

Façam um desenho, esquema ou pequeno texto explicando com as palavras de vocês o que descobriram até agora. Se quiserem, usem setas, cores ou comparações com situações do dia a dia.

## **Aula 3 – Apresentando os resultados para a turma**

### **Elaborando o relatório**

Cada grupo deve montar um pequeno relatório contendo:

7. Título do experimento.
8. Objetivo – O que queriam descobrir?
9. Materiais utilizados.
10. Passo a passo (Procedimentos).
11. O que foi observado?
12. Qual a explicação de vocês para o que aconteceu? Há alguma relação com a densidade dos gases? Se necessário podem consultar o material de apoio.

### **Apresentação**

- Apresentem aos demais colegas da turma o que descobriram.
- O que vocês observaram está relacionado com qual propriedade dos gases?

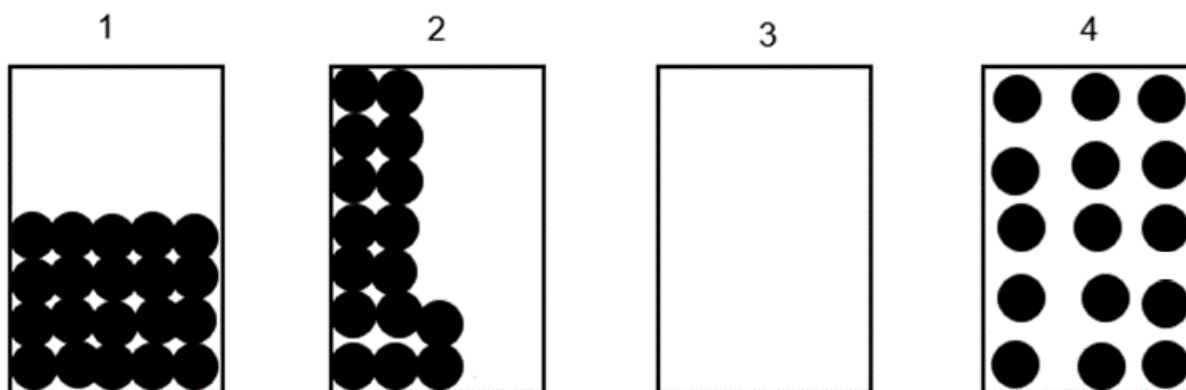
### **Avaliação**

Observação do engajamento na atividade levando em consideração a curiosidade, a atenção aos detalhes, a troca de ideias entre o grupo, o esforço para construir uma explicação baseada no que observaram e a sua relação com o estudo dos gases.

## Apêndice 7 – Sondagem da aprendizagem após as atividades da Sequência Didática.

### Questionário de avaliação das atividades da Sequência Didática desenvolvidas com os estudantes da segunda série do Ensino Médio.

**Questão 01.** Qual das figuras a seguir melhor representa uma substância no estado gasoso?



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

**Questão 02.** O que é um gás? Cite três exemplos.

**Questão 03.** Em festas e comemorações, é comum o uso de balões feitos de látex ou outros materiais. Você já reparou que alguns balões flutuam no ar, enquanto outros permanecem no chão, mesmo sendo feitos do mesmo material e tendo o mesmo tamanho? Esse fenômeno está relacionado às Leis dos Gases que descrevem como as propriedades dos gases influenciam seu comportamento. Você saberia explicar o que faz com que balões preenchidos com certos gases flutuam, enquanto aqueles preenchidos com ar comum não apresentam o mesmo comportamento?

**Questão 04.** Considere que um estudante colocou um pedaço de *marshmallow* dentro de uma seringa, tampou a saída de ar com o dedo, verificando que o volume do pedaço de *marshmallow* variava à medida que pressionava ou soltava o êmbolo. De que forma a compressão do êmbolo da seringa e a consequente mudança no volume do pedaço de *marshmallow* evidencia a relação entre pressão e volume, mantendo a temperatura constante? O que isso sugere sobre o comportamento do gás dentro da seringa?

**Questão 05.** Alguns frascos de vidro contendo medicamentos para gotas têm uma pequena abertura por onde as gotas devem sair até a dosagem desejada, conforme a imagem a seguir. Quando o frasco é virado com a abertura para baixo e agitado com força, o ar na parte superior do frasco exerce pressão sobre o líquido, o que pode

fazer com que as gotas saiam de forma descontrolada, liberando uma dose muito acima da desejada. Uma alternativa mais eficaz seria virar o frasco com a abertura para baixo e envolver seu fundo, onde se encontra a porção de ar acima do medicamento com as mãos. Isso faria com que as gotas saíssem de forma mais controlada. Proponha uma explicação para o processo, baseando-se nas informações apresentadas?



Fonte: elaborada pelo autor (2023).

**Questão 06.** O balonismo é um esporte praticado em diversas regiões do mundo, no qual grandes balões coloridos flutuam no céu, proporcionando vistas incríveis. Esses balões dependem de um processo específico para se elevarem e permanecerem no ar. Imagine que você é parte de uma equipe de balonismo e precisa explicar a um grupo de curiosos como o balão consegue flutuar e o que torna isso possível. Quais fatores relacionados aos gases, você acredita que influenciam o processo de elevação e flutuação dos balões? Como o comportamento do ar dentro e fora do balão pode contribuir para o voo?

**Questão 07.** O que você aprendeu sobre os gases durante o estudo?