



O DESLOCAMENTO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO E REFRIGERANTES: EFEITOS DA PRESSÃO E TEMPERATURA EM GASES DISSOLVIDOS EM SOLUÇÕES AQUOSAS

Rômulo Henrique Possatte Martins¹

Instituto Federal do Espírito Santo (IFES)

Gisele Dantas Gomes²

Instituto Federal do Espírito Santo (IFES)

Jacy Bruno Sotele³

Instituto Federal do Espírito Santo (IFES)

Mari Inez Tavares⁴

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)

Leyla Falqueto Carminatte⁵

Instituto Federal do Espírito Santo (IFES)

Resumo: O presente relato de experiência descreve uma proposta pedagógica investigativa desenvolvida com estudantes da 2ª série do Ensino Médio Técnico em Marketing. A atividade teve como foco a compreensão do deslocamento de equilíbrio químico na solubilidade do dióxido de carbono (CO₂) em refrigerantes, quando submetidos à variação de temperatura e pressão. A prática articulou problematização, experimentação simples em sala de aula e análise guiada pelo Princípio de Le Chatelier, utilizando instrumentos acessíveis e um simulador on-line para suporte conceitual. Os resultados evidenciaram que os discentes conseguiram relacionar, de modo fundamentado, as modificações observadas no comportamento do CO₂ dissolvido às perturbações impostas ao sistema. Compreendeu-se que tanto o aumento da temperatura quanto a redução da pressão favorecem a liberação do gás. Constatou-se, ainda, evolução na capacidade de formular hipóteses e observar fenômenos, embora a justificativa fundamentada estritamente no equilíbrio químico não tenha ocorrido de modo plenamente satisfatório. Conclui-se que a atividade contribuiu para aproximar conceitos abstratos da realidade cotidiana, fortalecendo a aprendizagem significativa e o pensamento científico.

Palavras-chave: Ensino por Investigação. Princípio de Le Chatelier. Experimentação. Gás carbônico.

1. Introdução

Os refrigerantes integram o conjunto de produtos fabricados pelas indústrias de bebidas não alcoólicas, ao lado de sucos e néctares, refrescos, bebidas mistas, achocolatados, chás, isotônicos, energéticos, águas minerais, águas adicionadas de sais e água de coco. Segundo a

¹ Email: romulop.quimica@gmail.com
<http://lattes.cnpq.br/6207878483042236>

² Email: prof.gizdantas@gmail.com
<http://lattes.cnpq.br/9758453051846296>

³ Email: jacy2016bruno@gmail.com
<http://lattes.cnpq.br/4313421864855503>

⁴ Email: mari.tavares@ufes.br
<http://lattes.cnpq.br/0786682219012611>

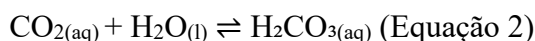
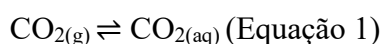
⁵ Email: leyla.quimica@gmail.com
<http://lattes.cnpq.br/3286364619892197>

Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas (ABIR, 2022), o setor possui 90% de representação no mercado nacional, com produção atual estimada em 33 bilhões de litros. Dados do Anuário de Bebidas Não Alcoólicas de 2024 (BRASIL, 2024) – divulgado pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) – mostram que o refrigerante é a bebida mais produzida no país, correspondendo a aproximadamente 79% do volume total, com destaque para a Região Sudeste, responsável pela produção de cerca de 13 bilhões de litros.

Conforme Lima e Afonso (2008), o refrigerante é uma bebida gaseificada com dióxido de carbono (CO_2), composta essencialmente por água, açúcares ou edulcorantes, concentrados de sabor, acidulantes e conservantes. Cada componente cumpre uma função específica para garantir sabor, estabilidade, conservação e qualidade do produto.

Muito presente no cotidiano das pessoas, esta bebida é um alimento artificial, vendido nos mercados com várias opções de sabores e nas versões com ou sem adição de açúcares, motivo pelo qual é alvo de polêmicas relacionadas à saúde, especialmente em relação ao quantitativo calórico e à presença de corantes na maior parte dos refrigerantes produzidos. Oliveira et al. (2025) colaboram ao afirmar que, por ser um alimento vendido em embalagens simples, de fácil acesso e baixo custo, o refrigerante constitui-se como um material didático versátil para explorar diversos conceitos fundamentais da Química como soluções, pH, funções orgânicas, funções inorgânicas e equilíbrio químico – o assunto alvo deste artigo.

No refrigerante, o equilíbrio químico pautado na solubilidade do CO_2 na solução, inicialmente estabelecido sob alta pressão e baixas temperaturas no envase. Ao entrar em contato com a água, parte do gás se dissolve-se fisicamente no líquido e uma fração menor reage quimicamente para formar ácido carbônico (H_2CO_3), conforme as equações 1 e 2:



Em consonância com os princípios da Lei de Henry e da Lei de Le Chatelier, qualquer alteração externa, como a redução da pressão ao abrir a embalagem ou o aumento da temperatura, provoca o deslocamento do equilíbrio para minimizar essa perturbação. Assim, quando a pressão diminui ou a temperatura aumenta, o sistema libera CO_2 para a fase gasosa, processo este que é exotérmico. Esses efeitos combinados explicam a efervescência e a rápida perda de carbonatação observadas (Lima; Afonso, 2008).

Sob o ponto de vista termodinâmico, o equilíbrio químico é o estado em que um sistema atinge o menor valor possível de energia livre de Gibbs nas condições de temperatura e pressão

estabelecidas. Nesse ponto, a variação da energia livre de Gibbs é nula, indicando que não há tendência espontânea de a reação avançar tanto no sentido direto quanto no inverso, pois qualquer alteração na composição aumentaria a energia livre do sistema. Assim, o equilíbrio corresponde ao estado de maior estabilidade termodinâmica possível, no qual o sistema permanece sem mudanças macroscópicas enquanto mantém trocas microscópicas contínuas entre reagentes e produtos (Costa; Santos, 2022).

[...] o ensino do Equilíbrio Químico por ser orientado por um viés matemático, por meio de cálculos, dificulta a aprendizagem dos discentes. [...] as explicações acerca das questões relacionadas ao Equilíbrio Químico geralmente são feitas com base na cinética das reações, quando para eles, seria mais adequado fazê-lo a partir de aspectos termodinâmicos, os quais permitem explorar melhor a ocorrência de reações. Sendo assim, acredita-se que os estudantes têm maior facilidade de entender os aspectos termodinâmicos, como a tendência de estabilidade dos sistemas e a conservação de energia (PINHEIRO; NOGUEIRA; FARIA, 2021).

Esse conteúdo, porém, pode soar excessivamente abstrato para os estudantes, especialmente por envolver conceitos microscópicos e relações quantitativas de complexa compreensão. Para mitigar esses desafios, a experimentação se mostra fundamental. Atividades práticas permitem que os alunos observem fenômenos associados ao equilíbrio – como mudanças de coloração, formação de precipitados e variações de concentração –, proporcionando evidências concretas dos princípios estudados teoricamente. Assim, ampliam-se as oportunidades de aprendizagem ao estabelecer conexões mais sólidas entre teoria e prática, tornando as aulas mais dinâmicas e despertando maior interesse e engajamento discente (Filho, Lopes, 2021; Cardoso; Strieder, 2023).

Nesse sentido, a experimentação tem um papel crucial no ensino de Química, pois permite que o estudante observe diretamente os fenômenos, formule hipóteses e interprete resultados, construindo o conhecimento de forma ativa e significativa e rompendo com as barreiras da “educação bancária”. A utilização de materiais acessíveis e de uso comum no cotidiano amplia o alcance dessa abordagem, tornando-a viável mesmo em escolas públicas brasileiras com infraestrutura limitada. Segundo Giordan (1999), a experimentação, mesmo quando simplificada, constitui um dispositivo epistemológico fundamental para analisar o envolvimento dos alunos com os fenômenos e conceitos estudados. Tais práticas não apenas democratizam o ensino, mas fortalecem o pensamento científico, estimulam a curiosidade, o senso crítico e o protagonismo estudantil.

Ademais, essas práticas favorecem a autonomia dos alunos e promovem uma ‘natureza pedagógica da experimentação’ mais próxima da vivência real, facilitando a mediação entre o cotidiano e os conceitos científicos (Giordan, 1999; Gonçalves; Goi, 2020; Souza, 2022). Sob essa ótica, Sasseron (2013) aponta a argumentação científica como um instrumento central para

o envolvimento dos estudantes com fenômenos e conceitos científicos, estando diretamente articulada às práticas do Ensino por Investigação (EI). Para a autora, a investigação e a modelagem concretizam-se por meio de ações de proposição, comunicação e legitimação do conhecimento, elementos essenciais para a construção de explicações. O EI possibilita, assim, a compreensão do fazer científico contemporâneo, promovendo o raciocínio hipotético-dedutivo e a mudança conceitual. Conforme destacam Oliveros, Souza e Araújo (2024), a sequência de ensino por investigação deve ser compreendida como uma abordagem didática que favorece o protagonismo do estudante independentemente dos recursos empregados, consolidando ações epistêmicas próprias das ciências.

O objetivo desta experiência foi investigar, por meio de uma atividade experimental de caráter investigativo, como a variação de temperatura e pressão influencia o equilíbrio químico envolvido na solubilidade do dióxido de carbono em refrigerantes. Pretendeu-se favorecer a compreensão dos estudantes sobre deslocamento de equilíbrio em situações cotidianas, além de promover o desenvolvimento de habilidades como observação, formulação de hipóteses, registro de dados e argumentação.

Diferentemente de propostas experimentais tradicionais sobre equilíbrio químico, que frequentemente privilegiam sistemas colorimétricos ou reações em solução com enfoques meramente demonstrativos (REIS, 2022; ARDYN; KRUPCZAK, 2023), esta experiência destaca-se por articular um fenômeno familiar à perda de gás em refrigerantes a uma abordagem que integra baixo custo, mediação conceitual e uso de simuladores digitais. A proposta não se limita à constatação empírica, mas analisa criticamente as dificuldades dos estudantes em justificar os deslocamentos de equilíbrio à luz dos princípios termodinâmicos envolvidos.

2. Descrição da prática

A prática experimental foi realizada na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Doutor José Moysés, em Cariacica/ES, na região metropolitana da Grande Vitória, próxima à Rodovia Cláudio Henrique Laranja (Leste-Oeste). O território ao redor caracteriza-se como urbano e periurbano, com uma comunidade majoritariamente composta por famílias das classes baixa e média. A escola atende aproximadamente 1200 estudantes distribuídos pelos três turnos, e dispõe de estrutura formada por salas de aula, auditório, refeitório, biblioteca e um laboratório de ciências com recursos limitados – especialmente no que se refere à disponibilidade de reagentes e equipamentos. Diante dessa realidade, a prática utilizou materiais de baixo custo e procedimentos seguros, facilmente reproduzíveis no contexto escolar. A atividade contou com

a participação de 25 estudantes do curso técnico em Marketing (turno matutino), com idades entre 16 e 18 anos, e foi estruturada em três momentos:

Problematização e levantamento de hipóteses

O professor apresentou a situação-problema: *Por que o refrigerante perde o gás quando deixamos a garrafa aberta ou quando ele esquenta?* Posteriormente, realizou-se uma roda de conversa para recolher concepções prévias: *o que são bolhas? De onde vem o gás do refrigerante? O que pode aumentar a saída de gás?*

Após a discussão, os alunos, organizados em duplas, preencheram as questões do quadro 1, com registrando suas hipóteses sobre como a temperatura e a pressão influenciam a efervescência.

Quadro 1 - Questões investigativas respondidas pelos estudantes antes e após as experimentações.

Questionamento	Percepções antes dos experimentos	Percepções depois dos experimentos
O que faz as bolhas aparecerem no refrigerante? De onde vem esse gás?		
O que pode fazer o gás sair mais rápido da bebida?		
Será que a temperatura influencia na quantidade de gás dissolvido? Como?		
E a pressão também influencia? Como?		

Fonte: os(as) autores(as) (2025)

Experimentação e investigação

Na segunda aula, foram propostas duas atividades experimentais demonstrativas-investigativas:

1. *Experimento A (Efeito da Temperatura)*: comparou-se a liberação de gás em dois copos de béqueres com refrigerante — um mantido em temperatura ambiente e outro submetido a aquecimento leve em uma chapa aquecedora. Observou-se e registrou-se a formação de bolhas e a velocidade de liberação do gás.
2. *Experimento B (Efeito da Pressão)*: compararam-se dois recipientes com refrigerante, um mantido fechado e outro aberto por alguns minutos. Ao final, os estudantes provaram as amostras para comparar o sabor e a retenção da efervescência entre o refrigerante aquecido, o que ficou aberto e o que foi aberto no momento do consumo.

As demonstrações foram conduzidas pelo professor, que utilizou uma chapa aquecedora (cedida pela Faculdade Salesiano, devido à ausência de equipamentos de aquecimento na escola). Após

as observações, os alunos retornaram ao quadro 1 para registrar suas percepções, revisitando e validando (ou refutando) suas hipóteses iniciais.

2.3. Análise, interpretação e socialização

Na terceira aula, ocorreu a explicação do Princípio de Le Chatelier por meio da análise dos fatores que geram perturbações em um sistema em equilíbrio – como temperatura, concentração e pressão –, nas quais o sistema reage no sentido de anular a perturbação. Para isso, utilizou-se o simulador “Princípio de Le Chatelier”, da Cyrus Yip (2024), apresentado na figura 1.

Figura 1: Simulador do Princípio de Le Chatelier

Le Chatelier's Principle Simulation

This reaction is endothermic. A, B, C are all gases at all temperatures. The reaction is in equilibrium.

Equation:
 $A + B \rightleftharpoons C$
 Red Majorelle blue

Concentration of A 0.5 M Concentration of B 0.5 M Concentration of C 0.5 M

Temperature 293.15 K Pressure 1 atm Mass of catalyst 0g

The pressure slider changes the total pressure by changing the volume of the system, changing the partial pressures of the products and reactants, affecting the equilibrium concentrations. (Not adding an inert gas)

Tela de simulador digital exibida em fundo claro, organizada em área central de visualização da reação química, com painéis de controle na parte inferior e frases em inglês que explicitam que é uma simulação do princípio de Le Chatelier, a reação é endotérmica, os componentes da reação são gases e a reação encontra-se em equilíbrio, onde a presença dos reagentes possuem a cor vermelha e do reagente, um azul arroxeado. No centro da tela, há um balão de fundo redondo com coloração interna entre tons de rosa e vermelho representando um sistema gasoso em equilíbrio químico inicial. O painel de controle possui botões deslizantes que permitem aumentar ou diminuir

parâmetros como concentração dos reagentes A e B, concentração do produto C, temperatura, pressão e presença de catalisador. Os elementos gráficos são esquemáticos, com letras representando as espécies químicas e indicadores visuais de intensidade de cor para demonstrar o sentido do deslocamento do equilíbrio.

Fonte: YIP (2024)

O simulador funciona a partir do aumento ou da diminuição dos parâmetros disponíveis (concentração dos reagentes A e B e do produto C, temperatura, pressão e catalisador) para uma reação gasosa, endotérmica e inicialmente em equilíbrio. Ele demonstra a mudança de coloração de acordo com o deslocamento do equilíbrio: o deslocamento para os reagentes adquire uma coloração rosa/vermelha, enquanto para os produtos, resulta em uma coloração roxa/azul.

Posteriormente, compararam-se as observações entre grupos e o professor realizou a discussão sobre o equilíbrio dinâmico do gás carbônico gasoso e o dissolvido, expresso na equação 1. Ao compreender o equilíbrio químico entre $\text{CO}_{2(\text{g})}$ e $\text{CO}_{2(\text{aq})}$, percebe-se a sensibilidade em relação à temperatura e à pressão.

Ao aumentar a temperatura, a solubilidade do gás carbônico em água diminui, pois o processo inverso (liberação de gás) é endotérmico, o que favorece a liberação de $\text{CO}_{2(\text{g})}$. Isto é, o equilíbrio desloca-se para o sentido de formação do gás, liberando-o da solução. Por isso, as amostras aquecidas perderam o gás mais rapidamente (SILVA et al., 2017).

O processo de reduzir a pressão parcial de CO_2 – ao abrir a garrafa e despejar seu conteúdo no copo –, desloca o equilíbrio no sentido de produzir mais $\text{CO}_{2(\text{g})}$ para restabelecer a condição de estabilidade. Na prática, isso resulta na perda contínua de gás da solução até que novo equilíbrio seja alcançado (SILVA et al., 2017).

3. Resultados e Aprendizados

Durante a problematização, os estudantes responderam que o gás é inserido junto ao líquido em um processo industrial; contudo, demonstraram dificuldade em identificar que se tratava do dióxido de carbono (CO_2), surgindo respostas que sugeriam ser o gás oxigênio (O_2).

Em relação à temperatura e à pressão como fatores de deslocamento do equilíbrio, as percepções foram convergentes: “quanto mais quente, menos gás”, “a alta temperatura (re)tira o gás”, “colocando para gelar, o gás é maior” e “a pressão influencia mantendo o sabor conservado”. Lima e Afonso (2008) reiteram que, em baixas temperaturas, há uma preservação do $\text{CO}_{2(\text{aq})}$ e que a manutenção desse gás no líquido assegura um sabor palatável ao consumidor, realçando o paladar e a aparência da bebida.

Relativo à pressão, os alunos observaram que esta “*influencia, pois ajuda a manter o gás lá dentro*” e “*a garrafa está pressurizada, então o gás fica contido lá dentro*”. Tais falas corroboram que a “*pressão interna em uma garrafa de água mineral gaseificada nunca aberta é superior à pressão atmosférica*”, segundo Nichele, Zucolotto e Dias (2015, p. 313); sendo assim, sua abertura ocasiona a diminuição da pressão interna, favorecendo o escape do gás.

A prática experimental foi realizada em 30 de outubro de 2025, utilizando-se 2 garrafas de refrigerante (uma de 2 L e outra de 600 mL). Da primeira garrafa (de 2L), o conteúdo foi fracionado em 2 béqueres: um submetido ao aquecimento e outro mantido em temperatura ambiente. A segunda garrafa (600 mL) foi aberta somente perto do final da experimentação, tendo seu conteúdo transferido para um copo plástico.

Figura 2: Experimentação sobre os efeitos da temperatura e pressão no equilíbrio do CO₂ gasoso e dissolvido, em que: a) béquer com refrigerante aquecido por 10 minutos; b) béquer com refrigerante aberto ao ar livre por 10 minutos; c) copo com refrigerante aberto há poucos segundos.



Imagem composta por três experimentos simultâneos em que o líquido presente nos recipientes apresenta coloração escura característica de refrigerante tipo cola. Em (a) há um béquer de vidro contendo refrigerante, posicionado sobre uma chapa aquecedora, submetido a aquecimento por alguns minutos, não apresenta a formação de bolhas subindo do líquido para a superfície, evidenciando que o gás carbônico inteiramente já se desprendeu do líquido devido ao calor. Em (b), há um béquer de vidro com refrigerante mantido aberto ao ar livre por alguns minutos, apoiado sobre uma mesa. Observa-se menor quantidade de bolhas em comparação com (a), indicando liberação mais lenta do gás, pois a efervescência apresenta-se visivelmente reduzida. Em (c) há um copo plástico transparente contendo refrigerante recém-aberto. Nota-se grande quantidade de bolhas aderidas às paredes internas do copo e subindo continuamente à superfície, caracterizando alta efervescência. O líquido apresenta aspecto mais “vivo”, com liberação intensa de gás carbônico.

Fonte: os(as) autores(as) (2025)

Os estudantes perceberam que o refrigerante em (a), ao ser aquecido, liberou mais rapidamente seu gás carbônico dissolvido na forma gasosa, apresentando efervescência acentuada. Já o refrigerante em (b), posto no béquer e deixado durante um tempo sob a mesa, também perdeu seu gás, porém com menor efervescência. O refrigerante em (c) apresentou grande quantidade de bolhas, por ser ter sido recentemente aberto.

Ao final, os refrigerantes foram degustados pelos estudantes. Esperou-se o refrigerante (a) esfriar um pouco para poder ser consumido. Após o resfriamento da amostra (a), elegeu-se o sistema (c) como o melhor quanto ao paladar, devido à maior concentração de CO_2 dissolvido. Isso ocorre porque, em “seres humanos, a carbonatação, reação química entre o gás carbônico (CO_2), o ácido carbônico (H_2CO_3) e líquidos que causa a formação de pequenas bolhas e produz efervescência, pode provocar respostas quimiosensoriais e somatosensoriais, incluindo a ativação dos neurônios gustativos” (Marcus, 2019, p. 117).

Após o experimento, os alunos confirmaram suas expectativas iniciais, mantendo percepções como: “...o gás se perde mais rápido”, “Quanto maior a temperatura, mais gás é dissolvido”, “Quanto mais pressão, mais difícil o gás sair” e “Quanto maior a pressão, mais o gás fica preso”.

Embora os estudantes previssem corretamente os efeitos da temperatura e da pressão sobre a efervescência, as justificativas apresentadas evidenciaram dificuldades na articulação do conceito de equilíbrio químico como um sistema dinâmico. Predominaram explicações ancoradas no nível macroscópico, com pouca mobilização de modelos explicativos nos níveis microscópico ou simbólico, o que indica limites na compreensão do deslocamento do equilíbrio. Esse resultado corrobora estudos que apontam a persistente dificuldade discente em transitar entre os diferentes níveis de representação no ensino de equilíbrio químico (Costa; Santos, 2022).

De forma mais específica, observou-se a recorrente associação entre maior efervescência e uma suposta maior quantidade de gás dissolvido, revelando uma compreensão limitada da solubilidade de gases. Nessa perspectiva, a intensidade do fenômeno observável foi tomada como indicativo direto de maior quantidade de substância no sistema, sem considerar o papel da pressão parcial e da reversibilidade das transformações envolvidas no equilíbrio químico (Costa; Santos, 2022; Hamnell-Pamment, 2024).

A partir da explicação acerca do deslocamento do equilíbrio químico e sua dinâmica no sistema do dióxido de carbono em bebidas gaseificadas, o professor e os estudantes revisitaram as respostas anteriormente dadas, discutindo os erros conceituais identificados. Essa revisão evidenciou que muitos dos equívocos decorriam do uso inadequado da linguagem química ao

abordar o conceito de deslocamento do equilíbrio, bem como da ausência de uma compreensão explícita sobre solubilidade e pressão parcial.

Tais achados indicam que a observação experimental, por si só, é insuficiente para garantir a apropriação conceitual, especialmente quando desacompanhada de momentos sistemáticos de modelização e discussão orientada. Nesse sentido, os resultados reforçam que a experimentação tende a sustentar interpretações predominantemente fenomenológicas quando não articulada a tais estratégias (Hamnell-Pamment, 2024).

Por fim, os estudantes reformularam suas explicações, representando corretamente que uma perturbação no sistema pode favorecer tanto a permanência do soluto dissolvido quanto a liberação do produto gasoso para o ambiente.

4. Considerações finais

A sequência investigativa promoveu avanços importantes na compreensão dos estudantes sobre equilíbrio químico e deslocamento de equilíbrio, especialmente no que tange à solubilidade de gases e sua dependência da temperatura e da pressão. A utilização de um produto presente no cotidiano, como o refrigerante, conferiu concretude a um tema usualmente percebido como abstrato, favorecendo a construção de sentidos e permitindo que os alunos reconhecessem os fenômenos estudados em situações reais.

O processo de problematização inicial mostrou-se essencial para mobilizar conhecimentos prévios e estimular o levantamento de hipóteses. Complementarmente, a experimentação prática, mesmo com recursos limitados, ofereceu oportunidades ricas de observação direta e comparação entre diferentes condições, fortalecendo habilidades investigativas e a autonomia intelectual. O uso do simulador potencializou essa etapa ao permitir a visualização do comportamento de sistemas em equilíbrio diante de perturbações, contribuindo a superação de algumas concepções equivocadas identificadas inicialmente.

Embora alguns estudantes tenham mantido respostas parcialmente incorretas após o experimento, a discussão orientada possibilitou revisar interpretações, estabelecer nexos entre fenômeno e teoria e apreender a lógica do Princípio de Le Chatelier. Nesse sentido, a atividade não apenas promoveu aprendizagens conceituais, mas também fomentou o desenvolvimento de argumentação científica.

Ressalta-se que a dificuldade dos estudantes em justificar adequadamente os fenômenos observados não deve ser interpretada como um insucesso da proposta, mas como um indicativo das potencialidades e dos limites da experimentação investigativa, reforçando a

imprescindibilidade da mediação docente intencional e de retomadas conceituais ao longo do processo.

Conclui-se que práticas contextualizadas e investigativas representam caminhos viáveis e eficazes para o ensino de Equilíbrio Químico, sobretudo em contextos de limitações estruturais. A experiência demonstrou que, mesmo com poucos materiais, é possível criar potentes situações de aprendizagem articulando observação, experimentação e diálogo.

5. Referências

- ABIR – Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas Não Alcoólicas. *O SETOR DE BEBIDAS NÃO ALCOÓLICAS COMPROMETIDO COM A AGENDA ESG*. Brasília: ABIR, 2022. Disponível em: https://abir.org.br/arquivos/Revista_Abir_2022.pdf. Acesso em: 08 de dez. 2025.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Anuário das bebidas não alcoólicas 2024**: ano de referência 2023. Brasília: MAPA/SDA, 2024. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/2024/mapa-lanca-anuario-das-bebidas-nao-alcoolicas-2024/AnuriodeBebidasNoAlcolicas2024_site.pdf. Acesso em: 8 dez. 2025.
- CARDOSO, Zaira Zangrando; STRIEDER, Roseline Beatriz. Engajamento dos estudantes em práticas educativas fundamentadas pela educação CTS. **Alexandria**: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, Florianópolis, v. 16, n. 2, p. 3–26, nov. 2023. DOI: 10.5007/1982-5153.2023.e87862. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/87862>. Acesso em: 31 jan. 2026.
- COSTA, Maurício Bruno da Silva; SANTOS, Bruno Ferreira dos. The conceptual profile of equilibrium and its contributions to the teaching of chemical equilibrium. **Chemistry Education Research and Practice**, v.23, p.226-239, 2022. Disponível em: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2022/rp/d1rp00039j>. Acesso em: 31 jan. 2026.
- FILHO, Marco Antonio Bueno; LOPES, Edson Cassius Duarte. Aspectos da aprendizagem sobre Equilíbrio Químico em diferentes níveis de cognição. **Educ. quím.**, Ciudad de México, v. 32, n. 3, p. 157-170, 2021. Disponível em: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2021000300157. Acesso em: 31 jan. 2026.
- GALIAZZI, Maria do Carmo; GONÇALVES, Fábio Peres. A Natureza Pedagógica da Experimentação: Uma Pesquisa na Licenciatura em Química. **Química Nova**, v. 27, n. 2, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/vLwff6qNpbNP9Y8DHbpwzzC/>. Acesso em: 9 dez. 2025.
- GIORDAN, Marcelo. O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências. **Química Nova na Escola**, n. 10, nov. 1999. Disponível em: <https://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc10/pesquisa.pdf>. Acesso em: 9 dez. 2025.
- GONÇALVES, Raquel Pereira Neves; GOI, Mara Elisângela Jappe. Chemistry teaching experimentation in basic education. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. 1, p. e126911787, 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/view/1787>. Acesso em: 28 jan. 2026.
- GUIMARÃES, Cleidson Carneiro. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo a aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009. Disponível em: https://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31_3/08-RSA-4107.pdf. Acesso em: 9 dez. 2025.
- HAMNELL-PAMMENT, Ylva. Making sense of chemical equilibrium: productive teacher–student dialogues as a balancing act between sensemaking and managing tension. **Chemistry**

- Education Research and Practice**, v. 25, p. 171–192, 2024. Disponível em: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2024/rp/d3rp00249g>. Acesso em: 1 fev. 2024.
- LIMA, Ana Carla da Silva; AFONSO, Júlio Carlos. A Química do Refrigerante. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, p. 210-215, 2009. Disponível em: https://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31_3/10-PEQ-0608.pdf. Acesso em: 8 dez. 2025.
- MARCUS, Jacqueline B. A Taste Primer. *In: Aging, Nutrition and Taste*. [S. l.: s. n.], 2019. p. 105–140. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/chapter/monograph/abs/pii/B9780128135273000041>. Acesso em: 6 dez. 2025.
- NICHELE, Aline G.; ZUCOLOTTI, Andréia M.; DIAS, Eduarda C. Estudo da Solubilidade dos Gases: Um Experimento de Múltiplas Facetas. **Química Nova na Escola**, v. 37, n. 4, p. 312-315, 2015. Disponível em: https://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc37_4/11-EEQ-63-14.pdf. Acesso em: 5 dez. 2025.
- OLIVEIRA, Expedito Caio Roque de *et al.* Análise de Parâmetros Físico-Químicos em Refrigerantes do tipo Cola: uma Proposta Didática para o Ensino de Química. **REI - Revista de Educação do UNIDEAU**, [S. l.], v. 5, n. 1, 2025. DOI: 10.55905/reiv5n1-024. Acesso em: 1 fev. 2026.
- OLIVEIROS, Paula Bergantin; SOUZA, Ivanise Cortez de; ARAÚJO, Magnólia Fernandes Florêncio de. **Ensino por investigação**. Natal: EDUFRN, 2024.
- PINHEIRO, Eduarda Boing; NOGUEIRA, Keysy Solange Costa; FARIA, Fernanda Luiza de. Fritz Haber e o equilíbrio químico: um relato de experiência. **Scientia Naturalis**, v. 3, p. 1830-1844, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufac.br/index.php/SciNat/article/view/5811>. Acesso em: 12 dez. 2025.
- REIS, Raíssa Almeida Souza. **Metodologias ativas na educação básica**: uma proposta de sequência de ensino e aprendizagem para o conteúdo equilíbrio químico. 2022. 140 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2022.
- SARDYN, Bruno Padilha; KRUPCZAK, Carla. A integração de atividades experimentais com a teoria no ensino de química. **Caderno Intersaberes**, v. 12, n. 44, p. 205-220, dez. 2023. Disponível em: <https://www.cadernosuninter.com/index.php/intersaberes/article/view/2953>. Acesso em: 1 fev. 2026.
- SASSERON, Lúcia Helena. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. *In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (org.). Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- SILVA, Luciana Almeida *et al.* Solubilidade e Reatividade de Gases. **Química Nova**, v. 40, n. 7, p. 824–832, ago. 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/CpCbKTVtvrxTnJq6WDHBjnv/>. Acesso em: 4 dez. 2025.
- SOUZA, Thiago Muniz de. A Experimentação no Ensino de Química na Educação Básica entre a Teoria e a Práxis. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista – ENCITEC**, v. 12, n. 1, p. 39-51, 29 mar. 2022.
- YIP, Cyrus. **Le Chatelier Simulation**. 2024. Disponível em: <https://chatelier.cyrusyip.com/>. Acesso em: 5 dez. 2025.