

ADMILSON XAVIER DE FREITAS

**AS BOLHAS DO GÁS NO REFRIGERANTE: UMA PROPOSTA DIDÁTICA COM
ABORDAGEM CTS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS/QUÍMICA**

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

Orientador: Angel Amado Recio Despaigne

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2021**

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

T

F866b
2021
Freitas, Admilson Xavier de, 1982-
As bolhas do gás no refrigerante: uma proposta didática
com abordagem CTS para o ensino de Ciências/Química /
Admilson Xavier de Freitas. – Viçosa, MG, 2021.
1 dissertação eletrônica (74 f.): il. (algumas color.).

Inclui apêndices.

Orientador: Angel Amado Recio Despaigne.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,
Departamento de Química, 2021.

Inclui bibliografia.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2021.202>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Ciência - Estudo e ensino. 2. Química - Estudo e ensino.
3. Ciência - Experiências. 4. Aprendizagem. I. Despaigne, Angel
Amado Recio, 1975-. II. Universidade Federal de Viçosa.
Departamento de Química. Programa de Pós-Graduação em
Química. III. Título.

CDD 22. ed. 507

Bibliotecário(a) responsável: Renata de Fátima Alves CRB6/2578

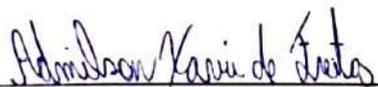
ADMILSON XAVIER DE FREITAS

**AS BOLHAS DO GÁS NO REFRIGERANTE: UMA PROPOSTA DIDÁTICA COM
ABORDAGEM CTS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS/QUÍMICA**

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

APROVADA: 14 de agosto de 2021.

Assentimento:



Admilson Xavier de Freitas
Autor



Ange Amadeo Recio Despaigne
Orientador

Aos meus pais Alice e Alexino, pela perseverança e por sempre acreditarem em mim e aos meus dois irmãos por fazerem parte dessa caminhada. À minha noiva Tâmara, pelas noites mal dormidas, os inúmeros diálogos, por sua preocupação, carinho e incentivo. Aos meus amigos e companheiros que sempre estão comigo. Aos colegas de curso que, assim como eu, encerram uma difícil etapa da vida acadêmica. Todos foram e são o meu porto seguro. E àqueles a quem esta pesquisa possa ajudar de alguma forma, contribuindo um pouquinho, para a construção do saber.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por ter me dado força, discernimento e ser a luz no meu caminho. Sei que as pedras foram obstáculos necessários para essa conquista.

Minha gratidão à família, em especial aos meus pais, Alice e Alexino, que sempre batalharam por seus objetivos. Obrigado por acreditarem e confiarem em mim! Aos meus irmãos: Freitas, o mais velho e sinônimo de perseverança, e Albert, o mais novo e um exemplo de dedicação.

À minha noiva, Tâmara, que sempre esteve ao meu lado, mesmo quando tudo que eu queria era ficar sozinho. O seu apoio e carinho sempre foram meu porto seguro nos momentos difíceis desta caminhada. Sem amor eu nada seria! Obrigado por permanecer ao meu lado, mesmo sem ter a atenção devida, e por abrir mão dos seus momentos por mim.

Ao meu orientador Angel, pela atenção e confiança. Minha admiração é grande. Meu muito obrigado! À UFV e a todos os professores do PROFQUI, que são fontes de inspiração, mesmo aos sábados. Saibam que seus ensinamentos fizeram a diferença. Obrigado aos coordenadores que participaram deste processo: Regina e Efraim, pelo profissionalismo e acolhimento. Agradeço também a CAPES pela bolsa concedida, pois foi de muita ajuda ao longo dos meses.

Aos meus amigos de longa data que me apoiaram, mesmo a Química não sendo a matéria favorita. Também aos novos amigos do PROFQUI – 2018 em especial ao grupo “Trabalho QUI 803”, com tantas histórias para contar. Desses, um agradecimento especial ao Alexsandro, pelas altas aventuras.

Por fim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para que a realização do Mestrado fosse uma experiência inesquecível.

Descobrir consiste em olhar para o que todo mundo está vendo e pensar uma coisa diferente.

Roger Von Oech

Educar verdadeiramente não é ensinar fatos novos ou enumerar fórmulas prontas, mas sim preparar a mente para pensar.

Albert Einstein

RESUMO

FREITAS, Admilson Xavier de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2021. **As bolhas do gás no refrigerante: uma proposta didática com abordagem CTS para o ensino de Ciências/Química.** Orientador: Angel Amado Recio Despaigne.

O ensino de Ciências/Química deve promover a compreensão do macroscópico (fenomenológico), do submicroscópico e do simbólico (teórico), de forma que a prática do docente faça sentido para o aluno, contribuindo para um processo de ensino e aprendizagem mais eficaz. Assim, o planejamento do professor parte da observação, ou seja, da dimensão do visível, percorrendo o rearranjo de átomos e moléculas até a representação das substâncias, utilizando a linguagem científica. As novas metodologias e olhares em relação ao ensino de Ciências e da própria Química sensibilizam o aluno quanto ao valor desta disciplina no seu cotidiano. Deste modo, a sala de aula se torna um ambiente propício para as práticas, possibilitando aulas mais dinâmicas e contextualizadas, que não necessitam de um espaço próprio, como seriam os laboratórios. Este trabalho traz uma proposta de atividades experimentais para turmas de Ensino Fundamental e Médio, visando associar o cotidiano dos alunos aos conteúdos de Química ministrados em sala de aula. As bolhas do gás nos refrigerantes formam o contexto escolhido para desenvolver uma sequência didática e uma pesquisa sobre a evolução do aprendizado com relação aos seguintes conteúdos: influência da temperatura e da pressão na solubilidade de um gás; funções inorgânicas, reações ácido-base e indicadores de pH. Almeja-se que estudantes e professores superem a diversidade e as dificuldades na aplicação destes conteúdos, contribuindo para a desmistificação de que a Química é um bicho de sete cabeças.

Palavras-chave: Ciência(s). Química. Abordagem CTS. Ensino por investigação. Experimentação. Bolhas do gás no refrigerante. Sequência didática.

ABSTRACT

FREITAS, Admilson Xavier de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, August, 2021. **Gas bubbles in soft drink: a didactic proposal with a CTS approach for teaching Sciences/Chemistry.** Adviser: Angel Amado Recio Despaigne.

The teaching of Science/Chemistry must promote the understanding of the macroscopic (phenomenological), the submicroscopic and the symbolic (theoretical), in which the teaching practice makes sense for the student, contributing to a more effective teaching and learning process. Thus, the teacher's planning starts from observation, that is, from the dimension of the visible, covering the rearrangement of atoms and molecules to the representation of substances using scientific language. The new methodologies and perspectives regarding the teaching of Science, and the Chemistry itself, make the student aware of the value of this discipline in their daily lives. In this way, the classroom becomes a favourable environment for practicing, enabling more dynamic and contextual classes, which do not need their own space, such as laboratories. This thesis presents a proposal of experimental activities for Elementary and High School classes, aiming to associate the daily life of students with Chemistry contents taught in the classroom. Soft drink bubbles form the chosen context for the development of a didactic sequence and research on the evolution of learning regarding the following contents: influence of temperature and pressure on the solubility of a gas; inorganic functions, acid-base reactions and pH indicators. The aim is for students and teachers to overcome the diversity and difficulties in the application of these contents, contributing to the demystification that Chemistry is an extremely hard topic.

Keywords: Science(s). Chemistry. CTS approach. Teaching by Investigation. Experimentation. Soft drink bubbles. Didactic sequence.

LISTA DE ABREVIATURAS

ABIR	Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas não Alcoólicas
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
DCNEM	Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
FUNDEF	Fundo de Manutenção e Desenvolvimento do Ensino Fundamental e de Valorização do Magistério
IDEB	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
LDBEN	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MEC	Ministério da Educação e Cultura
PNE	Plano Nacional de Educação
PROUNI	Programa Universidade Para Todos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 Os caminhos percorridos para a construção e realização desta pesquisa	10
1.2 O pensamento científico e a Alquimia.....	11
1.3 A evolução do método científico e o papel do professor nos níveis representacionais.....	13
1.4 Competências e habilidades discutidas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC)	17
2 OBJETIVOS.....	19
2.1 Objetivo geral	19
2.2 Objetivos específicos.....	19
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	20
3.1 Um breve histórico do Ensino de Ciências/Química no Brasil.....	20
3.2 A importância da alfabetização científica na construção de significados químicos	22
3.2.1 Solubilidade	23
3.2.2 Funções Inorgânicas.....	24
3.2.3 Reações ácido-base	24
3.2.4 Indicadores de pH.....	24
3.3 Um pouco da história do refrigerante e suas bolhas de gás	25
3.4 A temática do refrigerante em uma abordagem CTS	27
4 METODOLOGIA	30
4.1 Caracterização da pesquisa	30
4.2 Procedimentos da Sequência Didática	31
4.2.1 Primeira aula	31
4.2.2 Segunda aula.....	32
4.2.3 Terceira aula.....	36
4.2.4 Quarta aula.....	36
5 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO	37
5.1 Importância da Sequência Didática	37
5.2 Breve discussão sobre a pesquisa	38
5.3 Sugestões para trabalhos futuros	40
6 CONCLUSÕES	41
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
APÊNDICES	46
APÊNDICE A – Questionário Pré-Teste e Pós-Teste.....	47
APÊNDICE B – Produto Educacional.....	48

1 INTRODUÇÃO

1.1 Os caminhos percorridos para a construção e realização desta pesquisa

Desde a escolha da Química modalidade Licenciatura no vestibular da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), o autor deste trabalho encontrava-se identificado com o conteúdo do curso, mesmo esta não sendo a primeira opção de curso. Por ser um curso noturno, foi necessário conciliar, quase que na totalidade, trabalho e estudo. Durante as aulas práticas foi percebida certa dificuldade em relação a muitos colegas de turma, muitos deles já haviam feito curso técnico em química e apresentavam maior habilidade no manuseio com as vidrarias. Assim, foi possível perceber ainda mais a importância dos alunos vivenciarem aulas práticas durante o Ensino Fundamental e Médio. Não foi uma tarefa fácil, mas foram anos maravilhosos sempre com o apoio de familiares e amigos.

Ainda na faculdade, o olhar da sala de aula foi ampliado pela iniciação à prática docente: antes atrás da carteira, como um estudante, e agora na frente de todos, como o professor. No início, sentiu-se aquele frio na barriga diante de tantos olhares, por um lado, pela incerteza de cativar a todos e, por outro lado, pela busca da melhor forma de ministrar o conteúdo. Com o tempo, ao ganhar confiança, tanto no conteúdo lecionado quanto dos alunos, esses desafios foram superados e atualmente há familiaridade com a sala de aula. Nesses anos lecionando, ficou perceptível que os estudantes gostam mais do professor do que do conteúdo.

Após tantas dificuldades de ensino e aprendizagem, tanto no fundamental quanto no médio, foram percebidas que não eram somente carências por estruturas físicas das escolas, desde ventiladores até um laboratório de química. Na rede particular esses mesmos desafios são menores, mas, ainda assim, as dificuldades dos alunos eram as mesmas, pois a evolução do ensino de Ciências, muitas vezes, não foi acompanhada na prática pela evolução das metodologias abordadas dentro da sala de aula.

Por isso, a importância de traçar significados científicos que levem em consideração o conhecimento prévio e o cotidiano dos estudantes de maneira contextualizada e que desperte o interesse pela Química. E não somente pelo que conseguimos observar de forma macroscópica, o conhecimento deve ser amplo, ou seja, o que ocorre de forma microscópica também deve ser compreendido. Espera-

se que essa proposta possa ajudar os estudantes e os professores a obterem esse significado dentro da temática trabalhada e que superem as dificuldades encontradas ao longo do processo de ensino e aprendizagem.

A escola é um espaço privilegiado. Compreender a relação da natureza se faz necessário para tornar o aluno um cidadão preparado para mudanças, de maneira a cumprir, de forma consciente, o seu papel na sociedade. Sendo assim, a presente pesquisa examinará a importância de se desenvolver uma proposta de ensino contextualizada, por meio da elaboração de uma Sequência Didática para o ensino da influência da temperatura e da pressão na solubilidade de um gás; funções inorgânicas, reações ácido-base, indicadores de pH e temas correlacionados através da formação das bolhas do gás no refrigerante. Espera-se desenvolver um projeto diferente, pois apesar de existirem vários materiais sobre o assunto, abordagens diferentes podem interferir no aprendizado. Esta é uma busca por desconstruir a muralha feita por suposições e permitir o conhecimento de forma lúdica, mas embasada nos conceitos científicos através da experimentação.

1.2 O pensamento científico e a alquimia

No ensino tradicional tem-se o estudante como mero receptor de informações expostas pelo professor, as quais, quase sempre, não se relacionam aos conhecimentos prévios dos estudantes, fazendo com que a aprendizagem não seja significativa. Além do conhecimento intrínseco do aluno, deve-se também levar em consideração a observação norteada por um corpo teórico que orienta os estudantes. Segundo Izquierdo et al. (1999), a experimentação na escola possui diversas funções, como ilustrar um fenômeno, buscar práticas que testem hipóteses ou experiências investigativas. No entanto, o método investigativo é o que mais ajuda o aluno a aprender. Dentro da experimentação podem-se demonstrar os conteúdos trabalhados, mas, para isso, é necessário desafiar os alunos com problemas reais, motivando-os e ajudando-os a superá-los, permitindo o trabalho em grupo e avaliando o aluno como um todo.

A experimentação investigativa é uma abordagem utilizada há algum tempo no ensino de Ciências, sendo seu papel investigativo constantemente questionado por diversos autores, principalmente quanto à adequação ao tema e à proposta a serem trabalhadas (HODSON, 1994; BARBERÁ; VALDÉS, 1996).

Dentro das ciências naturais ou humanas encontramos alguns pilares para a teoria de modelos mentais para experimentação, utilizando, muitas vezes, o conceito de simulação. Este conceito percorre desde a teoria dos quatro elementos, a era dos alquimistas até a formulação do método científico.

Os antigos filósofos gregos (**Quadro 1**), partindo de uma grande curiosidade sobre tudo o que existia, passaram a acreditar na existência de regras naturais no mundo. De certa forma, desde então, a humanidade passou a não depender dos mitos e da vontade dos deuses para prosperar. Podemos destacar entre esses filósofos antigos:

Quadro 1 – Antigos filósofos gregos

Heráclito de Éfeso (500 a.C. – 450 a.C.)	Defendia o fogo como elemento fundamental, seria ele o gerador de todos os outros elementos.
Tales de Mileto (624 a.C. – 546 a.C.)	Considerava a água como sendo a origem de todas as coisas, sendo ela o principal elemento.
Anaxímenes (588 a.C. – 524 a.C.)	Afirmava ser o ar a substância primária, sendo ele o formador dos demais elementos,
Empédocles (495 a.C. – 430 a.C.)	Uniu os quatro elementos fundamentais (fogo, água, terra e ar), sendo sua combinação a composição de todas as substâncias e também propôs dois poderes, o Amor e o Ódio, que atuariam como forças para juntar ou separar os elementos fundamentais.
Aristóteles (384 a.C. – 322 a.C.)	Retomou a ideia dos quatro elementos e acrescentou sua sistematização lógica, definindo as formas de interferência que são ou não válidas. Definiu também certas qualidades para as substâncias a partir das propriedades de cada elemento, tentando explicar várias de suas observações da natureza. Talvez esse seja o princípio fundamental da experimentação investigativa, sendo todo esse processo a fundamentação da chamada Alquimia.

Fonte: Adaptado de Strathern (2002).

A observação e a experimentação auxiliam o homem a desvendar grandes enigmas da natureza. No entanto, as crenças e os pensamentos religiosos caminharam, de certa forma, juntos no desenvolvimento das ciências. Nesse sentido, destacamos a Alquimia como um conjunto de técnicas que envolvia o domínio dos processos químicos durante toda a Idade Média, tendo seu auge entre os séculos XIV e XVI, com origem no Egito Antigo.

A Alquimia percorreu vários lugares do mundo e, com o passar dos anos, foi ganhando espaço, mas suas práticas eram vistas como ofensa à ideia de que

somente Deus poderia conceder a vida eterna. Dessa forma, para evitar que seus conhecimentos fossem desvendados e seus praticantes perseguidos, os alquimistas utilizavam uma complexa simbologia, guardando assim, os seus segredos.

Ao longo dos séculos, a Alquimia deu espaço para a popularização do conhecimento científico, havendo certo rompimento entre fé e razão, desfazendo o caráter místico da Alquimia e estabelecendo um método científico para as Ciências. No entanto, devemos ressaltar as várias contribuições alquímicas como instrumentos, estudos de elementos químicos e desenvolvimento de técnicas relacionadas à Química.

Após esse apanhado histórico, percebemos que na Química uma de suas missões é desvendar mistérios junto a outras áreas do conhecimento proporcionando influência nos modelos de pensamento ao longo dos séculos, sendo eles na área da ciência, na religião ou no modo de viver das sociedades. Tanto a Alquimia com seu caráter místico como o método científico partem do mesmo ponto inicial que é a observação.

1.3 A evolução do método científico e o papel do professor nos níveis representacionais

A premissa do conhecimento científico é originalmente a observação e a coleta de dados sobre casos particulares baseados nos fenômenos da natureza, prática comum desde os antigos filósofos gregos. De acordo com Giordan (1999), há muitos anos, a experiência já era importante, principalmente quando afirmava: “quem possua a noção sem a experiência, e conheça o universal ignorando o particular nele contido, enganar-se-á muitas vezes no tratamento”. Isso demonstra que a realização de experimentos é fator indispensável à aquisição do conhecimento. Entretanto, há cerca de 2300 anos, não existia tecnologia suficiente, correndo o risco de se produzirem teorias equivocadas.

Marcelo Giordan (1999) afirma que “a partir do século XVII, a experimentação utilizada na formulação de leis, na elaboração de hipóteses e teorias, dentro de uma sequência lógica, foi muito importante para a concretude das Ciências Naturais”. Ocorre nesta época o surgimento das investigações empíricas e, de certa forma, uma ruptura entre o pensamento científico e o religioso, uma vez que a

experimentação ganha espaço entre a natureza humana e o divino, propondo uma metodologia científica.

Segundo Giordan (1999) e Strathern (2002), a partir de experimentos realizados poderia ser formulada uma teoria geral, de forma indutiva. Este método ainda persiste nos dias atuais, principalmente na educação científica escolar, sendo chamado por muitos de “o método científico”.

Podemos perceber o caráter indutivista e dedutivo da ciência na fala de Francis Bacon (1988), quando afirma:

Só há e só pode haver duas vias para a investigação e para a descoberta da verdade. Uma que consiste em saltar das sensações e das coisas particulares aos axiomas mais gerais e, a seguir, em se descobrirem os axiomas intermediários a partir desses princípios e de sua inamovível verdade. E outra, que recolhe os axiomas dos dados dos sentidos e particulares, ascendendo contínua e gradualmente até alcançar, em último lugar, os princípios de máxima generalidade. Esse é o verdadeiro caminho, porém ainda não instaurado. (BACON, 1988).

Diante desta afirmação, Bacon (1988) demonstra o papel do cientista, que realiza alguns experimentos através de cuidadosas observações, coleta os dados, faz o registro e, finalmente, divulga os dados para a comunidade, permitindo a possível formulação de enunciados de leis ou teorias.

A institucionalização da ciência veio com o exame crítico do que poderia ou não ser chamado de ciência, o que resultou no Positivismo (século XIX), uma escola de grande influência no pensamento científico moderno. As Ciências só poderiam determinar as leis às quais os fenômenos estão sujeitos. O positivismo foi caracterizado nas ciências sociais por Augusto Comte, revelando uma ideologia que considera as Ciências neutras e livres de juízo de valores (COMTE, 1983; GONDIM, 2007, apud BORGES, 1996).

Segundo Barberá e Valdés (1996), a experimentação nas Ciências é um fator diferencial para o ensino. Ela foi baseada na concepção positivista de ciência do método científico e da sua descrição clássica. As leis são obtidas a partir de uma observação fiel da realidade, são testadas utilizando-se experimentações e, depois, podem tornar-se teorias que expressam a realidade (FOUREZ, 1995).

Enquanto a experimentação começava a ganhar espaço na educação pelo mundo, o Brasil ainda seguia o modelo tradicional de ensino, baseado na

transmissão direta dos conhecimentos gerados pela Ciência ao longo do tempo. “É interessante ressaltar que as atividades práticas no Brasil começaram a ser realizadas na década de 30” (MARANDINO, 2003). Mas, somente na década de 1970, temos modificações nos trabalhos sobre a experimentação, uma vez que passa a considerar as concepções prévias dos estudantes.

A experimentação investigativa permite estabelecer relações entre os níveis fenomenológicos e teóricos da Química, possibilitando diálogos entre estudantes e o professor. O professor conduz o processo, induzindo os alunos ao caminho do conhecimento e permitindo aos mesmos a compreensão do que de fato ocorreu na experiência. O aluno interfere diretamente no seu processo de aprendizagem, propondo hipóteses e testando soluções.

Uma atividade experimental com abordagem investigativa promove a compreensão dos três níveis representacionais associados: o macroscópico (fenomenológico), o submicroscópico e o simbólico (teórico), em que a prática do docente faça sentido para o aluno, atingindo seu objetivo didático. Nessa perspectiva, Locatelli e Arroio (2017) consideram uma transição entre os três níveis representacionais, que contribuiria para um processo de ensino e aprendizagem mais eficaz. O primeiro refere-se à observação da Química, ou seja, os processos envolvidos em uma dimensão visível. O segundo, diz respeito ao rearranjo de átomos e moléculas no âmbito submicroscópico. O último nível, o simbólico, busca representar as substâncias utilizando a linguagem científica.

A proposta é tornar a sala de aula um ambiente propício para as práticas, possibilitando aulas mais dinâmicas e contextualizadas, que não necessitem de um espaço próprio, como seriam os laboratórios. Nesse contexto, as atividades práticas podem trazer a construção individual de significados nas aulas de Ciências, mas, para isso, devem ser bem planejadas e podem ser abordadas de uma forma investigativa, desafiando os conhecimentos prévios dos alunos e encorajando-os na formulação de novos conceitos (DRIVER et al., 1999).

O estudo do processo de ensino e aprendizagem torna-se cada vez mais relevante, devido ao papel protagonista do professor e também do aluno, visto que, algumas vezes, não é atribuída a devida importância que as atividades educacionais e a formação pedagógica e humana dos indivíduos demandam. Na tentativa de contornar esse panorama, deve-se estabelecer um diálogo permanente entre professor e estudante, socializando-os, a fim de problematizar a prática docente,

encontrando maneiras diversificadas de abordagem dos conteúdos e tornando o professor um guia que faz a mediação entre o cotidiano dos estudantes e o mundo das ciências (DRIVER et al., 1999).

Diante de todas as problemáticas do ensino, pensa-se uma opção diferenciada para lecionar Ciências/Química, elaborando uma metodologia mais eficiente no processo de aprendizagem dos alunos. Este projeto busca privilegiar uma visão ampla, assim como uma interpretação dos processos que serão trabalhados, utilizando o refrigerante como objeto de estudo para a construção de uma sequência didática com experimentação em aulas de Ciências ou mesmo de Química. Alguns livros didáticos citam o refrigerante de forma superficial e, muitas vezes, com modelos que demonstram uma visão macroscópica, apenas a observação do fenômeno, sem se preocupar com o que acontece realmente no processo. Outro fator importante é a dificuldade que os alunos apresentam em transpor a barreira do macroscópico para o microscópico, sem causar um abismo no percurso do conhecimento científico, seja por falta de compreensão do ocorrido ou por utilizarem conhecimentos prévios de forma inadequada para explicarem determinada situação do cotidiano.

Este trabalho traz uma proposta de algumas atividades experimentais para alunos de ensino fundamental e médio, visando associar o cotidiano do aluno aos conteúdos de Química ministrados em sala de aula. As novas metodologias e os novos olhares em relação ao ensino de Ciências e da própria Química sensibilizam o aluno quanto ao valor desta disciplina no seu cotidiano.

Para isso, o material elaborado aborda os conceitos na perspectiva do movimento CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) e da contextualização, dialogando com a temática do refrigerante. Metodologias baseadas em teorias educacionais tradicionais mostram-se cada vez menos eficientes, pois apenas quadro e giz não despertam tanto interesse dos alunos, tornando difícil a compreensão dos conteúdos de Química.

O consumo de refrigerantes é um hábito comum entre os jovens de várias faixas etárias e esta proposta didática se mostra interessante à medida que o estímulo à curiosidade e à experimentação se torna imprescindível quando a cena atual da educação é composta por alunos desinteressados pelas matérias lecionadas.

As bolhas do gás nos refrigerantes formam o contexto escolhido para desenvolver uma sequência didática e uma pesquisa sobre a evolução do

aprendizado com relação aos seguintes conteúdos: influência da temperatura e da pressão na solubilidade de um gás; funções inorgânicas, reações ácido-base e indicadores de pH.

1.4 Competências e habilidades discutidas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC)

Para a formação integral dos alunos são fundamentais tanto os conhecimentos éticos, políticos e culturais, quanto os científicos, justificando a área de Ciências da Natureza na educação. No Ensino Fundamental, a disciplina Ciências tem o compromisso de desenvolver o letramento científico, estimulando a capacidade de compreensão, interpretação e transformação do mundo. No Ensino Médio, esse processo será continuado nas disciplinas Biologia, Física e Química, ampliando o conhecimento científico.

Dentro desse contexto, é primordial que os alunos sejam incentivados a realizar atividades práticas investigativas de maneira a dialogar com o ambiente que os cerca. Para isso, o componente curricular de Ciências deve garantir aos alunos do Ensino Fundamental a capacidade de desenvolver competências específicas de Ciências da Natureza:

Analisar, compreender e explicar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural, social e tecnológico (incluindo o digital), como também as relações que se estabelecem entre eles, exercitando a curiosidade para fazer perguntas, buscar respostas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das Ciências da Natureza. (BRASIL, 2018).

Além das competências, os alunos devem ser motivados com questionamentos sobre o mundo, levando em consideração seus conhecimentos prévios, com o intuito de desenvolver habilidades de “identificar modelos que descrevem a estrutura da matéria (constituição do átomo e composição de moléculas simples) e reconhecer sua evolução histórica” (BRASIL, 2018).

No Ensino Médio, o componente curricular de Química deve garantir aos alunos a capacidade de desenvolver competências específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias:

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e 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 global". (BRASIL, 2018).

Nesse processo de aprendizagem, também podem ser adquiridas habilidades, agora mais complexas do que aquelas do Ensino Fundamental, tornando-o mais completo. Dentre as habilidades, destaca-se:

Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica. (BRASIL, 2018).

Ao longo dos anos de estudo, e com base em Brasil (2018), espera-se que competências e habilidades sejam alcançadas de maneira a construir o pensamento crítico e a formação completa do cidadão, inserindo-o de forma consciente dentro de sua sociedade.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Elaborar uma sequência didática que seja contextualizada à realidade e à vivência prévia dos estudantes e que também proporcione a eles uma experiência de investigação a partir da presença e formação de bolhas do gás nos refrigerantes, através da utilização de materiais de baixo custo, tendo como indicador natural o repolho roxo, comparado com indicadores padronizados, fenolftaleína e papel de tornassol, de forma a dialogar com o cotidiano e construir o conhecimento científico dentro das competências norteadoras desta proposta. Almeja-se que estudantes e professores superem a diversidade e as dificuldades na aplicação destes conteúdos, contribuindo para a desmistificação de que a Química é um “bicho de sete cabeças”.

2.2 Objetivos específicos

Propor uma experiência de aplicação da sequência didática, produto desta dissertação, com alunos do Ensino Fundamental e Médio, baseado no cenário de uma escola pública e outra particular da cidade de Belo Horizonte, com o objetivo de evidenciar características próprias de cada contexto e a evolução do ensino e do aprendizado a partir da mesma temática.

Construir um diário de bordo, no qual será relatado um questionário a ser respondido por estes alunos, gerando dados que podem ser tratados de forma a construir um panorama de cada turma.

Na parte teórico-experimental, construir um modelo para auxiliar na compreensão dos seguintes conteúdos: influência da temperatura e da pressão na solubilidade de um gás; funções inorgânicas, reações ácido-base e indicadores de pH. Dessa forma, induzindo uma evolução no aprendizado e melhora no rendimento escolar, de forma a dialogar entre os níveis representacionais do trabalho.

Proporcionar que os estudantes compreendam o comportamento e algumas das propriedades do gás carbônico, $\text{CO}_{2(g)}$, de modo que este trabalho venha a se tornar uma proposta de ensino que possibilite a eles o entendimento das transformações físicas e químicas ocorridas por esse gás no refrigerante.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Um breve histórico do ensino de ciências/química no Brasil

Podemos considerar como o início das discussões dos currículos do Ensino de Ciências o contexto marcado pela Guerra Fria (1947-1991), uma disputa por hegemonia mundial entre as duas superpotências (Estados Unidos e União Soviética) e pelo Plano Marshall, plano americano para a reconstrução econômica dos países europeus ocidentais que foram destruídos ou que sofreram perdas com a Segunda Guerra Mundial (LOMBARDI, 2014). A grande disputa mundial fez com que vários países, assim como o Brasil, se adaptassem a uma nova fase na qual o Ensino de Ciências foi se destacando a partir de investimentos na preparação dos estudantes que impulsionariam o processo de industrialização (KRASILCHIK, 2000; NASCIMENTO et al., 2010).

Devido ao cenário mundial e brasileiro, a partir dos anos 1950, o Ensino de Ciências baseava-se unicamente na formação científica dos estudantes. O Brasil da década de 60 ainda estava desestruturado política e economicamente. Entretanto, a educação, que estava sob a responsabilidade do Ministério da Educação e Cultura (MEC), começava a sofrer mudanças. Em 1961, houve uma descentralização na construção das diretrizes do sistema educacional com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN nº 4024/61), que define e regulariza a organização da educação brasileira com base nos princípios presentes na Constituição, ampliando a carga horária de Ciências no currículo escolar (NASCIMENTO et al., 2010).

Segundo Queiroz e Housome (2018), a LDB/1961 é considerada um marco nas reformas educacionais ocorridas no Brasil ao longo do século XX, sendo que, pela primeira vez, uma única lei trata de todos os níveis e ramos do ensino. Podemos citar como outra contribuição o fato de que os estados da federação e suas escolas passaram a possuir flexibilidade na organização do currículo escolar, ajustando às peculiaridades regionais.

Em 1964, com o Golpe Militar, tem-se uma reestruturação econômica levando a uma maior demanda social pela educação. Nessa época, após influência principalmente dos Estados Unidos e da Inglaterra, inicia-se uma preocupação em oferecer um ensino de Ciências renovado e contextualizado com as demandas atuais. Em 1965, o MEC criou Centros de Ciências em vários estados para divulgar

a ciência na sociedade e contribuir com a melhoria do ensino oferecido nas escolas. O ensino de Ciências se voltou quase que exclusivamente para um caráter científico (NASCIMENTO et al., 2010).

O papel da escola passou a ser a formação do trabalhador, considerado peça importante no desenvolvimento do país. Nesse sentido, foi sancionada a segunda Lei de Diretrizes e Bases da Educação (Lei nº 5.692, de 1971), instituindo o Ensino Médio profissionalizante com caráter exclusivamente técnico e científico. No entanto, as escolas privadas continuaram, de forma conteudista e descontextualizada, a preparar os estudantes para o Ensino Superior (KRASILCHIK, 2000).

Assim, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional foi debatida e elaborada no contexto de redemocratização do país, sendo promulgada somente em 1961, como Lei nº 4.024, e duas vezes reformulada pela Lei nº 5.692/1971 e pela Lei nº 9.394/1996. Nessa perspectiva, em 1996, foi aprovada uma versão mais completa, que ampliava os direitos à educação de todos os brasileiros. Isso fica explícito no Art. 2º, da Lei nº 9.394/1996, que expressa: “A Educação, dever da família e do Estado, inspirada nos princípios de liberdade e nos ideais de solidariedade humana, tem por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho” (BRASIL, 1996).

Um ponto importante da LDBEN de 1996 refere-se ao fato da Educação Infantil, do Ensino Fundamental e do Ensino Médio terem uma base nacional comum, que pode ser complementada de acordo com o sistema de ensino em cada escola, observando as características regionais, culturais e econômicas dos educandos (BRASIL, 1996). Essa mesma ideia está presente na Constituição de 1988, que conta com a implementação de conteúdos mínimos no currículo básico comum na educação brasileira, de maneira a assegurar formação básica comum e respeito aos valores culturais e artísticos, nacionais e regionais (BRASIL, 1988). Nesse sentido, existem projetos importantes como: Fundo de Manutenção e Desenvolvimento do Ensino Fundamental e de Valorização do Magistério (FUNDEF), Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e Programa Universidade Para Todos (PROUNI).

Após várias pesquisas e muitos debates sobre a importância das mudanças ocorridas na educação ao longo dos anos, tivemos, em 2014, o desenvolvimento do Plano Nacional da Educação (PNE). O PNE tem a finalidade de traçar metas para a Educação na tentativa de melhorar o acesso e a qualidade da educação básica em

todas as etapas e modalidades, com melhoria do fluxo escolar e da aprendizagem, de modo a atingir as médias nacionais estabelecidas no Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB).

Em meio a todo esse processo de evolução da educação brasileira, é aprovado, em 2017, um documento que busca o desenvolvimento integral dos alunos da Educação Infantil e do Ensino Fundamental e, em 2018, do Ensino Médio. Trata-se da elaboração da Base Nacional Curricular Comum (BNCC), documento esse que teve a colaboração da sociedade e que tem o objetivo de proporcionar uma equidade no ensino e na aprendizagem, dialogando com as legislações, como a LDBEN, a Constituição Federal e o PNE, respeitando as particularidades regionais e socioculturais presentes no território nacional (BRASIL, 2018).

Assim, foi elaborada uma proposta educacional que alinhe Ciência, Tecnologia e Sociedade, na tentativa de minimizar as desigualdades de oportunidades, possibilitando um ensino mais igualitário na Educação Básica, podendo ser uma ferramenta interessante de formação de estudantes com consciência crítica.

3.2 A importância da alfabetização científica na construção de significados químicos

Acredita-se que a escola seja formadora e organizadora de contextos de aprendizagem exigentes e estimulantes. À vista disso, destacam-se ambientes formativos que favoreçam o contexto de atividades saudáveis e o desabrochar das capacidades de cada um no desenvolvimento das competências que lhes permitam viver em sociedade, ou seja, nela conviver e intervir em interações com os outros cidadãos (ALARCÃO, 2001).

Segundo a Teoria da Aprendizagem Significativa, atribuída a David Ausubel, os alunos aprendem por meio de processo significativo de relacionar novos eventos e conceitos já existentes. Assim, esse processo ocorre quando símbolos, conceitos ou proposições estão relacionados a uma estrutura cognitiva do indivíduo. Segundo Moreira e Masini (2001), o conteúdo previamente apresentado ao educando representa um fator que influencia o processo de aprendizagem, pois novas informações serão compreendidas e armazenadas na estrutura cognitiva prévia do aluno, construindo uma aprendizagem significativa.

Nesse sentido, Sasseron (2015) afirma que a Alfabetização Científica tem se configurado no objetivo principal do ensino das Ciências na perspectiva de contato do estudante com os saberes provenientes de estudos. Esse tipo de alfabetização é visto como contínuo e deve estar sempre em evolução, englobando novos conhecimentos que impactam na construção do entendimento e na tomada de decisões, auxiliando o cidadão a posicionar-se dentro da sociedade e nas distintas áreas do conhecimento.

As escolas apresentam uma organização dos conteúdos em disciplinas, o que pode fragmentar o conhecimento (QUEIROZ e HOUSOME, 2018). Então, é preciso mudar esse paradigma, entender que a interdisciplinaridade, trabalhar o mesmo tema em várias disciplinas, precisa ser acompanhada pela contextualização e interação entre os currículos. Os conceitos químicos abordados neste trabalho necessitam ser trabalhados de forma interativa e proporcionando um maior entendimento dos fenômenos.

Levando em consideração os conceitos de solubilidade, funções inorgânicas, reações ácido-base e indicadores de pH, foi tomada como referência a autora Martha Reis, pois trata-se do livro utilizado na escola pública selecionada para esse estudo. De todos esses conceitos e definições utilizados neste estudo, acredita-se que o tema solubilidade é o que mais se aproxima do cotidiano dos estudantes. Nesse sentido, foi feita uma breve pesquisa para apresentar os conceitos abordados:

3.2.1 Solubilidade

Os dicionários contêm o verbete solubilidade e/ou solúvel:

- *Minidictionary of Chemistry*: “É a quantidade de soluto que se dissolve numa dada quantidade de solvente, do que resulta numa solução saturada. A solubilidade de uma substância, num dado solvente, depende da temperatura. Geralmente, para um sólido, num líquido, a solubilidade aumenta com o aumento da temperatura” (OXFORD, 1988).

- Novo Dicionário da Língua Portuguesa: “Solubilidade (do latim *solubile*). 1. Propriedade de substância que forma solução com outra. 2. Quim. Medida da capacidade que tem uma substância de se dissolver em outra, expressa pela concentração da solução saturada da primeira na segunda” (HOLANDA, 1986).

O livro didático selecionado contém o conceito de solubilidade:

- Livro Química 2, 2ª edição: “A solubilidade é a capacidade que um material (denominado soluto) possui de se dissolver em determinada quantidade de outro material (denominado solvente)” (REIS, 2016). Existe também o conceito de coeficiente de solubilidade (CS): “É a medida da capacidade que um soluto possui de se dissolver em uma quantidade-padrão de solvente, em determinadas condições de temperatura e pressão” (REIS, 2016). Soluto é aquele que será dissolvido e encontra-se normalmente em menor quantidade, e o solvente é aquele que dissolve e encontra-se normalmente em maior quantidade.

3.2.2 Funções Inorgânicas

- Livro Química 2, 2ª edição: “Ácidos são compostos covalentes que reagem com a água (sofrem ionização) formando soluções que apresentam como único cátion o hidrônio, H_3O^{1+} . Bases são compostos capazes de se dissociar na água liberando íons, mesmo em pequena porcentagem, dos quais o único ânion é o hidróxido, OH^{1-} . Sais são compostos capazes de se dissociar na água liberando íons, mesmo que em pequena porcentagem, dos quais pelo menos um cátion é diferente de H_3O^{1+} e pelo menos um ânion é diferente de OH^{1-} . Óxidos são compostos binários (formados por apenas dois elementos químicos), dos quais o oxigênio é o elemento mais eletronegativo” (REIS, 2016).

3.2.3 Reações ácido-base

- Livro Química 2, 2ª edição: “A reação entre um ácido e uma base que produz uma solução de sal e água é conhecida como reação de neutralização, ou dupla-troca” (REIS, 2016).

3.2.4 Indicadores de pH

- Segundo o livro Química 2, 2ª edição: “A definição de pH está relacionada à autoionização da água. Moléculas de água no estado líquido estão em constante movimento e chocam-se frequentemente. Conforme a energia desse choque, pode

haver menor ou maior formação de íons H_3O^{1+} e OH^{1-} . Na temperatura de 25°C , uma solução é considerada neutra quando apresenta $\text{pH} = 7,0$. Nessa temperatura, um pH maior do que $7,0$ indica solução básica, e um pH inferior a $7,0$ indica solução ácida” (REIS, 2016).

O tema abordado referente aos indicadores de pH também pode ser construído de forma interativa com o aluno, uma vez que podemos criar a escala de pH a partir de um indicador natural, por exemplo o repolho roxo, obtendo a formulação do conceito a partir da experiência de observação do aluno.

Em alguns livros didáticos é possível observar que estes conceitos são abordados e descritos de forma complexa ou até mesmo incorreta, prejudicando o entendimento dos alunos e fazendo com que os professores tenham que buscar outras fontes de suporte para complementar o conteúdo. O cronograma escolar de química, com apenas duas aulas por semana para um currículo muito extenso, não permite uma ampla abordagem dos conteúdos.

A partir desse contexto inicial, verificou-se a necessidade de se desenvolver uma proposta de ensino investigativa e contextualizada, em que as representações cotidianas de certos fenômenos naturais aproximam-se das representações científicas, tornando a aprendizagem mais eficiente (DRIVER et al., 1999). Essa ferramenta se propõe a ajudar estudantes e professores a superarem obstáculos encontrados no processo de ensino e aprendizagem, atuando como protagonistas da sua própria história.

3.3 Um pouco da história do refrigerante e suas bolhas de gás

Há séculos, a presença do gás e a formação de bolhas nas bebidas têm sido estudadas por químicos e físicos para compreender e melhorar os processos envolvidos em sua produção e, assim, poder melhorar a qualidade e o sabor das bebidas carbonatadas. Então, antes de abordar as bolhas do gás nos refrigerantes, vamos recordar a história sobre o primeiro registro oficial de uma amostra de água gaseificada artificialmente que fora produzida por Joseph Priestley.

Priestley morou durante algum tempo vizinho a uma cervejaria, em Leeds, cidade do norte da Inglaterra, onde observava o gás que saía dos tonéis de fermentação, até então conhecido como “ar fixo” e intitulado hoje dióxido de carbono (CO_2).

Ele utilizou a cervejaria para realizar alguns experimentos obtendo os seguintes resultados:

- Colocou uma vela sobre o tonel de fermentação e verificou que ela era apagada pelo gás;

- A fumaça da vela era carregada pelo gás até a borda do tonel e descia por ele, indicando que o “ar fixo” era mais denso que o ar;

- Transferindo água entre dois copos logo acima do tonel de fermentação, observou que o “ar fixo” se dissolvia na água e obteve, pela primeira vez, água gaseificada artificialmente, em 1767.

Em 1772, Priestley informou suas descobertas à Royal Society (Sociedade Real de Londres), instituição destinada à promoção das Ciências fundada em 1660, e lançou um livro chamado “Impregnando a água com ar fixo”. No livro, ele relata um método para gaseificar a água empregando dois frascos interligados (STANDAGE, 2005). No primeiro frasco havia uma mistura de ácido sulfúrico e uma rocha composta pelo mineral calcita (CaCO_3). Ao ser gerado dióxido de carbono (CO_2) em quantidade suficiente para ser captado, o segundo frasco, contendo água, era agitado e, assim, produzia a água gaseificada. Nessa época, creditavam-se ao “ar fixo” propriedades antissépticas e a bebida que o continha poderia ser utilizada como remédio. Pelo feito, a Sociedade Real premiou Priestley pelo potencial de sua descoberta e lhe concedeu a medalha Copley – a mais alta honra da Sociedade Real.

Priestley, também descobridor do oxigênio, nunca chegou a comercializar a água gaseificada e parece que Thomas Henry, químico e farmacêutico de Manchester, foi o responsável pelo início da comercialização dessa bebida. Em meados de 1770, Henry começou a vender a bebida gaseificada como remédio, utilizando uma máquina que inventou. Ele aconselhava o uso dessa bebida em conjunto com limonada, sendo, provavelmente, a primeira pessoa a vender um refrigerante (STANDAGE, 2005).

A soda, como era denominada a água gaseificada, inicialmente utilizada como remédio, passou a ser consumida também como bebida refrescante. Em 1830, o American Journal of Health publicou um artigo citando uma grande quantidade de xaropes preparados com frutas (abacaxis, amoras, framboesas e morangos) para aromatizar a soda. Assim, podiam fazer água gaseificada com diversos aromas (STANDAGE, 2005).

Em 1871, surgiu a primeira indústria de refrigerante nos Estados Unidos e em 1886, John Pemberton, um farmacêutico de Atlanta, criou a Coca-Cola, bebida que se tornaria um grande símbolo americano (CAVAGIS, PEREIRA, 2014). Em 1904, no Brasil, foi fundada a primeira indústria de refrigerante, com uma produção artesanal com cerca de 150 garrafas por hora (CRUZ, 2012). Segundo Cruz (2012), as matérias-primas utilizadas na produção dos refrigerantes são: água, açúcar, concentrados de extratos, óleos essenciais, destilados de frutas/vegetais e gás carbônico (CO₂). Um dos destaques de sabor no Brasil é o guaraná, que começou a ser produzido com o xarope da fruta trazida do Amazonas. Segundo artigo publicado no site da BBC News Brasil, em 2019, um estudo recente da Escola de Saúde Pública da Universidade Harvard concluiu que os brasileiros estão entre os dez maiores consumidores globais de refrigerantes no mundo.

O refrigerante é uma bebida não alcoólica, possui gás carbônico (CO₂) em sua composição e é encontrado em diversos sabores com um alto teor de refrescância. Apesar de ser uma bebida muito popular e de baixo custo, seu consumo per capita no ano de 2014 era de 80,6 litros, passando em 2016 para 70 litros e em 2019 chegando ao valor de 60,2 litros. Essa queda é significativa, mas ainda demonstra o poder dessa bebida em nosso mercado, de acordo com a Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas não Alcoólicas (ABIR). Esse fator de queda está relacionado com a recente conjuntura econômica brasileira, pois ao longo dos anos, os custos foram aumentando e as fábricas fechando. Ainda assim, utilizar o tema refrigerante para a abordagem em questão mostra-se capaz de alcançar um grande público.

3.4 A temática do refrigerante em uma abordagem CTS

A recente reforma do ensino propõe concepções curriculares que trabalham a formação de cidadãos. Nesse sentido, desde as décadas de 1960 e 1970, o movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), motivado por preocupações ambientais, busca reconhecer as limitações e responsabilidades dos cientistas, focando na ciência e na tecnologia como meio de construção social. O pensamento, antes focado na formação de cientistas, amplia a aplicação do letramento científico e tecnológico contribuindo diretamente na sociedade (SANTOS e MORTIMER, 2001).

O cenário atual brasileiro é propício para projetos com a abordagem CTS, tanto no ensino fundamental quanto no médio, contribuindo para a alfabetização científica e tecnológica dos estudantes, auxiliando-os na tomada de decisões responsáveis dentro da sociedade (SANTOS e MORTIMER, 2002). A temática do refrigerante com a abordagem CTS pode implicar em várias problematizações, por exemplo, no consumo elevado das bebidas, suas consequências sobre a saúde, como pela ingestão exagerada de açúcar, a utilização e descarte de embalagens pets, e suas consequências ambientais e temas correlatos. Como sugestão, todos estes assuntos podem ser trabalhados em sala de aula, podendo ser de forma interdisciplinar, com a intenção de discutir temas sensíveis a nossa realidade.

As propostas dispostas na Base Nacional Curricular Comum (BNCC) para o ensino de forma integrada interagem com a proposta de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e com as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Essas propostas foram atualizadas pela Resolução nº 3, de 21 de novembro de 2018 (BRASIL, 2018). Assim, o documento da BNCC traz que:

A contextualização social, histórica e cultural da ciência e da tecnologia é fundamental para que elas sejam compreendidas como empreendimentos humanos e sociais. Na BNCC, portanto, propõe-se também discutir o papel do conhecimento científico e tecnológico na organização social, nas questões ambientais, na saúde humana e na formação cultural, ou seja, analisar as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. (BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018).

Além de toda a complexidade do processo de ensino e aprendizagem, o professor também enfrenta a precariedade de recursos físicos, principalmente nas escolas públicas. A instabilidade de políticas públicas específicas para a educação no país afeta de maneira intensa os recursos que são disponibilizados para as instituições. Muitas escolas não têm todos os itens de infraestrutura previstos no Plano Nacional de Educação (PNE). Dessa forma, os docentes podem encontrar obstáculos para elaborar uma aula que envolva teoria e prática.

Assim, o uso da temática do refrigerante em sala de aula com alunos do Ensino Fundamental e Médio é vantajoso, pois se trata de uma ferramenta diversificada, de fácil acesso e de baixo custo para aulas práticas, como relatado no artigo do autor Oliveira et al. (2013). Isso permite o aprendizado de conceitos, tais como

solubilidade do gás em água, efeito da pressão e da temperatura no comportamento dos gases, funções inorgânicas e indicadores de pH.

Considerando a possibilidade de acesso à tecnologia, a educação básica tem se adequado a esta realidade buscando distanciar-se de um ensino convencional. Mais especificamente no 9^o ano do Ensino Fundamental e no 1^o do Ensino Médio, foco deste estudo, as características desses conteúdos nos livros didáticos provocam algumas dificuldades, tanto no âmbito da aprendizagem quanto do ensino. O alto grau de complexidade e especificidade de alguns conteúdos quando comparados ao grau de escolaridade e necessidades dos estudantes em questão pode provocar estranhamento (MILARÉ e ALVES FILHO, 2010). Dentro desse panorama, esta abordagem torna-se uma opção no ensino de Ciências/Química.

4 METODOLOGIA

4.1 Caracterização da pesquisa

Os experimentos propostos foram escolhidos, testados e avaliados em laboratório, de maneira a garantir a sua reprodução em sala de aula, conforme o planejamento inicial que é anterior ao período de pandemia atual. Infelizmente, as etapas dessa sequência didática que envolve as aulas práticas, Apêndice B, e o levantamento de dados por meio da aplicação dos questionários, Apêndice A, não foram realizadas. Portanto, esse estudo contempla apenas a parte teórica, mas a parte prática se mostra relevante para o processo de ensino e aprendizagem.

Na literatura existem artigos que trabalham com a temática dos refrigerantes, trazendo experimentos e discussões acerca da sua composição, produção, ingestão e também sobre o gás presente na bebida (OLIVEIRA et al., 2013). Nesse contexto, o presente estudo mostra-se como uma alternativa a ser utilizada por professores em sala de aula para abordar as concepções iniciais dos alunos sobre as bolhas de gás nas bebidas carbonatadas, em específico o refrigerante, estimulando a reflexão sobre como os conceitos científicos se relacionam com a liberação das bolhas de gás. O caráter ácido do refrigerante será investigado por meio de uma reação de neutralização, assim como a identificação do seu caráter, através dos respectivos indicadores. Os experimentos foram organizados de maneira a abordar os seguintes assuntos:

- 1) Influência da temperatura e da pressão na solubilidade de um gás;
- 2) Funções Inorgânicas (bases, ácidos, sais e óxidos);
- 3) Reações de neutralização; e
- 4) Indicadores de pH.

O projeto foi idealizado para uma turma do nono ano do Ensino Fundamental e uma turma do 1^o ano de Ensino Médio, tanto da escola privada quanto da pública. A escola privada localiza-se na região sul de Belo Horizonte e a escola pública estadual na região nordeste de Belo Horizonte, no turno da manhã, no ano de 2021.

Entretanto, a suspensão das aulas presenciais devido à pandemia de Covid-19 desde 30 de janeiro de 2020, levou a um quadro de emergência em saúde pública declarada pela Organização Mundial da Saúde, acolhida pelo Ministério da Saúde do Brasil de acordo com a Portaria nº 188, de 03, de fevereiro de 2020, por

isso, não foi possível a aplicação do produto educacional nessas escolas. A partir da Portaria nº 343, publicada em 18 de março de 2020, no Diário Oficial da União (DOU), a qual “dispõe sobre a substituição das aulas presenciais por aulas em meios digitais enquanto durar a situação de pandemia do Novo Coronavírus – COVID-19” (BRASIL, 2020).

A faixa etária dos alunos encontra-se entre 14 e 17 anos e isso pressupõe um desafio ao professor, já que esses alunos se mostram visivelmente desinteressados e desmotivados com a metodologia adotada: apenas aulas teóricas expositivas. Para uma aprendizagem ser eficaz é necessário estimular o interesse e despertar a curiosidade dos alunos, fugindo da abordagem tradicional de ensino, tendo como possibilidade o uso de métodos por investigação. Segundo Lima e Martins (2008), uma atividade investigativa, pode ser utilizada para diversificar a prática no cotidiano escolar, possibilitado o desenvolvimento da autonomia e da tomada de decisões, apropriando-se das teorias e dos conceitos da ciência da natureza. Uma atividade investigativa inicia com uma situação problema, de interesse dos alunos, buscando informações sobre o fenômeno ocorrido, testando e discutindo os resultados, na tentativa de solucionar o problema (SOUZA et al., 2013).

4.2 Procedimentos da sequência didática

A sequência didática, proposta no Apêndice B, é dividida em quatro aulas com duração de 50 minutos cada, organizadas da seguinte forma:

4.2.1 Primeira aula

Aplicação de um questionário para o levantamento das ideias que os alunos trazem sobre as bolhas do gás nas bebidas carbonatadas (refrigerantes) baseadas no conhecimento prévio. Além disso, averiguar o conhecimento dos alunos sobre ácidos e bases e suas propriedades. No questionário constam algumas perguntas que visam relacionar os conteúdos mencionados anteriormente com o conhecimento prévio dos alunos.

4.2.2 Segunda aula

Realização de uma aula prática-dinâmica para investigação do comportamento do gás carbônico presente no refrigerante e a influência da temperatura e da pressão na solubilidade desse gás, assim como a identificação das funções inorgânicas presentes nos experimentos e a utilização de alguns indicadores de pH. Os experimentos selecionados foram os seguintes:

4.2.2.1 Experimento 1

Comparando a quantidade de gás liberado do refrigerante em temperaturas diferentes.

Objetivos: observar e identificar em qual temperatura o refrigerante libera a maior quantidade de gás e, também, verificar a solubilidade do CO₂ na solução.

Materiais:

- 2 latas de um mesmo refrigerante em temperaturas diferentes, sendo que uma será resfriada na geladeira e a outra estará em temperatura ambiente;
- 2 béqueres de 250 mL (ou recipientes similares); e
- termômetro.

Procedimentos: a lata 1, que está em temperatura ambiente, deverá ser aberta e o refrigerante transferido para o béquer 1 até completar o volume. O mesmo passo deverá ser realizado com a lata 2, que está resfriada na geladeira, no béquer 2. O aluno deverá observar o fenômeno durante a transferência do líquido. A temperatura dos dois béqueres deverá ser medida com o termômetro.

Resultados esperados: instigar o aluno a observar que o refrigerante que libera a maior quantidade de gás é aquele de maior temperatura. Verificar que a solubilidade do CO₂ (aq) na água é diretamente proporcional à pressão, uma vez que o gás é inserido a alta pressão no refrigerante, e inversamente proporcional à temperatura. O aumento da temperatura também aumenta a energia cinética média das moléculas, fazendo com que menos gás esteja dissolvido em solução.

4.2.2.2 Experimento 2

Conhecendo o caráter ácido-base de algumas substâncias.

Objetivos: observar e identificar, através da mudança de cor, o caráter ácido-base de algumas substâncias utilizando diferentes indicadores ácido-base.

Materiais:

- refrigerante (utilizar aqueles de cor clara);
- leite de magnésia - $Mg(OH)_2$;
- água destilada (ou água de garrafa);
- indicador fenolftaleína;
- indicador natural (extrato de repolho roxo);
- papel tornassol;
- 7 tubos de ensaio (ou recipiente similar);
- proveta de 25 mL (ou recipiente similar);
- béquer de 50 mL (ou recipiente similar); e
- conta-gotas.

Procedimentos: os tubos de ensaio deverão ser numerados de 1 a 7. Adicionar 5 mL de água destilada ou água de garrafa em todos os tubos de ensaio. Adicionar 5mL de refrigerante nos tubos 1 e 2, adicionar 5 mL de leite de magnésia nos tubos 3 e 4. Adicionar 3 gotas do indicador fenolftaleína nos tubos ímpares (1, 3 e 5) e adicionar 10 gotas do extrato de repolho roxo nos tubos pares (2, 4 e 6). No tubo 7, inserir 5mL de refrigerante e colocar o papel tornassol. Observar as cores e identificar o caráter do pH referentes aos tubos de ensaio utilizando a tabela 1 dos indicadores ácido-base. A seguir anotar as cores observadas e o caráter ácido ou básico do meio no quadro 2 de identificação do pH das soluções.

Tabela 1 – Indicadores ácido-base

Indicador	Meio Ácido	Meio Básico
Fenolftaleína	Incolor	Rosa
Papel tornassol	Alaranjado	Azulado
Extrato de repolho roxo	Avermelhado	Esverdeado

Fonte: própria.

Quadro 2 – Identificação de pH das soluções

Tubo de Ensaio	Cor Observada	Meio Ácido ou Básico
Tubo 1		
Tubo 2		
Tubo 3		
Tubo 4		
Tubo 5		
Tubo 6		
Tubo 7		

Fonte: própria

Resultados esperados: proporcionar que, através das cores visualizadas com os respectivos indicadores ácido-base, o aluno observe que o refrigerante possui caráter ácido, enquanto o leite de magnésio possui caráter básico.

4.2.2.3 Experimento 3

Evidência de uma reação química e a associação com o pH.

Objetivos: observar e identificar, através da mudança de cor e variação de pH, a formação de novas substâncias.

Materiais:

- refrigerante (utilizar aqueles de cor clara);
- leite de magnésia - $Mg(OH)_2$;
- água destilada (ou água de garrafa);
- indicador fenolftaleína;
- proveta de 25 mL (ou recipiente similar);
- béquer de 250 mL (ou recipiente similar);
- bastão de vidro (ou agitador similar); e
- conta-gotas.

Procedimentos: adicionar 100 mL de água destilada ou água de garrafa no béquer e cinco gotas do indicador fenolftaleína. Em seguida, inserir 10 mL de leite de magnésia, agitar, observar o que acontece e anotar no quadro 3 de evidência de reação química. Posteriormente, adicionar 10 mL de refrigerante, agitar, observar o

que acontece e anotar no mesmo quadro. Utilize a tabela 2 de indicador ácido-base como referência de identificação do pH.

Quadro 3 – Evidência de reação química

Observação	Cor	pH
Antes da adição do refrigerante		
Depois da adição do refrigerante		

Fonte: própria.

Tabela 2 – Indicador ácido-base

Indicador	Cor	pH
Fenolftaleína	Incolor Rosa	ácido básico

Fonte: própria

Resultados esperados: proporcionar que o aluno observe e identifique, através da cor, o caráter ácido do refrigerante e básico do leite de magnésio, assim como a mudança de pH durante a reação de neutralização entre o ácido e a base. As equações químicas serão trabalhadas pelo professor na aula teórica.

4.2.2.4 Experimento 4

Produzindo gás carbônico para encher uma bexiga.

Objetivos: observar a liberação de gás e o enchimento da bexiga utilizando uma reação ácido-base.

Materiais:

- refrigerante (utilizar aqueles de cor clara);
- bicarbonato de sódio - NaHCO_3 ;
- indicador fenolftaleína;
- tubo de ensaio;
- proveta de 25 mL;
- bexiga;
- colher de café e funil.

Procedimentos: adicionar quatro colheres de café de bicarbonato de sódio em uma bexiga. Em seguida, inserir em um tubo de ensaio 10 mL de refrigerante e cinco gotas de indicador fenolftaleína. Posteriormente, colocar a bexiga na boca do tubo de ensaio e virar o bicarbonato de sódio no mesmo. Observar e anotar o que ocorre no quadro 4 de reação ácido-base.

Quadro 4 – Reação ácido-base

Observação	Cor	pH
Antes da adição do NaHCO_3		
Depois da adição do NaHCO_3		

Fonte: própria.

Resultados esperados: proporcionar que o aluno observe e identifique, através da cor, o caráter ácido do refrigerante, assim como a mudança de cor durante a reação de neutralização entre o ácido e a base. Essa mesma reação libera o gás carbônico que, por sua vez, encherá a bexiga.

4.2.3 Terceira aula

Aula expositiva com o intuito de explicar o comportamento do gás carbônico, presente nas bolhas do gás nos refrigerantes, assim como os fatores que influenciam em sua solubilidade, relacionando com as funções inorgânicas e os indicadores ácido-base.

4.2.4 Quarta aula

Nova aplicação do mesmo questionário que, comparado com as respostas iniciais, terá o objetivo de averiguar a evolução da concepção dos alunos em relação aos conteúdos ministrados.

5 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO

5.1 Importância da sequência didática

A fragmentação do ensino em disciplinas ainda está presente nos currículos e, por isso, se faz necessário buscar estratégias que contribuam para a integração do conhecimento. Os profissionais da educação devem estar em constante evolução com o intuito de aperfeiçoar suas técnicas de ensino, evidenciando características do meio tecnológico, cultural e social.

Essa sequência didática é uma das estratégias que auxilia o professor a organizar metodologias de ensino que motivem os estudantes, adaptando o contexto escolar em que são inseridos. O planejamento das ações de intervenção deve estar dentro de um prazo pré-determinado, considerando as dificuldades encontradas em sala de aula. Essa estratégia pode ser utilizada para se iniciar o ensino de um conteúdo, como afirma Carvalho et al. (1999):

Utilizar experimentos como ponto de partida, para desenvolver a compreensão de conceitos, é uma forma de levar o aluno a participar de seu processo de aprendizagem, sair de uma postura passiva e começar a agir sobre o seu objeto de estudo, relacionando o objeto com acontecimentos e buscando as causas dessa relação, procurando, portanto, uma explicação causal para o resultado de suas ações e/ou interações. (CARVALHO et al., 1999).

Dentro desta sequência didática, a escolha de uma prática que agrade aos estudantes possibilita uma maior aceitação e participação nas aulas. A utilização de um teste, aplicado antes e depois das aulas prático-teóricas, possibilita relacionar o conhecimento prévio e acompanhar a evolução do ensino no decorrer da sequência. Durante esse processo, o aluno deve aprender certas habilidades e incorporar conhecimentos teóricos. Nesse contexto, visando tornar mais eficiente o processo de aprendizagem, o uso de atividades investigativas pode contribuir para a formação crítica e contextualizada do cidadão.

Para Piaget apud Lima (2014), o conhecimento se constrói de forma efetiva e contínua na interação do sujeito com o meio. Dentro do construtivismo, o aluno participa ativamente do próprio aprendizado, com base em ideias já existentes em sua estrutura cognitiva. As ideias prévias são identificadas e confrontadas para que o

ensino possa contribuir para uma “mudança conceitual”. Segundo Mortimer (2000), o modelo de mudança conceitual é lidar com as concepções prévias e transformá-las em conceitos científicos, tornando-se sinônimo de “aprender ciência”. Vygotsky (1999) diz que os conceitos que surgem no cotidiano criam uma série de estruturas necessárias para a evolução dos aspectos mais primitivos e elementares de um conceito científico.

Segundo Bacon (1988), diante de um problema, o cientista propõe alguns experimentos e, a partir de cuidadosas observações, coleta dados, registra e, finalmente, divulga para os membros da comunidade, permitindo a formulação de enunciados que levam a leis ou teorias. Temos assim, a padronização do método científico e a abordagem de todas as etapas de sua construção, possibilitando um melhor entendimento de determinado fenômeno.

Portanto, passamos por inúmeras situações em nosso dia-a-dia nas quais a química seria usada instintivamente, muitas vezes, sem qualquer tipo de conhecimento científico para a execução de determinada atividade. Mas, quando sabemos do que se trata determinado experimento, o leque de possibilidades e questionamentos se amplia, possibilitando não somente a aquisição de conhecimento através da obtenção das respostas, mas a ampliação das perspectivas acerca do conhecimento. Nesse sentido, quando despertamos o interesse em nossos alunos, abrimos uma porta ou uma janela, que não temos mais a chave para fechar.

5.2 Breve discussão sobre a pesquisa

A Química está em constante evolução através dos fenômenos observados no cotidiano, além da criatividade e da razão humana. A elaboração de significados científicos deve estar associada a uma didática adequada, podendo inserir bons experimentos que contribuam para a formação dos estudantes, sendo de grande importância a mediação do professor (DRIVER et al., 1999). Utilizar a curiosidade dos alunos é um dos pontos de partida para o processo de ensino e aprendizagem, fornecendo argumentos para ajudar na compreensão e construção do conhecimento científico (SOUZA et al., 2013). A princípio, quando escolhemos uma determinada atividade prática pode parecer uma tarefa simples, mas exige o conhecimento do professor, da turma na qual será aplicada essa prática, de estratégias e metodologias de ensino.

A atividade prática pode ter um caráter investigativo, proporcionando ao aluno raciocinar e produzir seu próprio conhecimento, como afirma Zanon e Freitas (2007):

Quando requerem do aluno uma postura investigativa, as atividades práticas levam os alunos ao envolvimento com os fenômenos, porque podem fazer conjecturas, experimentar, errar, interagir com colegas e expor seus pontos de vista para testar a pertinência e validade das conclusões a que chegam durante tais atividades. (ZANON e FREITAS, 2007).

Um dos desafios da prática docente é avaliar que seus alunos compreendem o assunto tratado por meio da representação simbólica, mas alguns alunos memorizam e reproduzem as fórmulas, muitas vezes sem erro nas avaliações. Entretanto, ao serem estimulados a revelar seus conhecimentos, expressam uma incompreensão do fenômeno avaliado. Esse cenário torna-se um campo fértil para a aplicação da sequência didática, pois se torna uma alternativa interessante para o aprendizado dos estudantes.

O resultado esperado após a aplicação da sequência didática é que os estudantes alcancem uma melhor compreensão sobre:

- o comportamento do gás carbônico presente no refrigerante, bem como a percepção da influência da temperatura e da pressão na solubilidade desse gás;
- a identificação das funções inorgânicas, principalmente ácidos e bases; e
- a utilização de alguns indicadores de pH.

A possibilidade da aplicação, em sala de aula, de um pré-teste e um pós-teste, sendo eles o mesmo questionário contendo questões que abordem o ambiente onde ocorrerão os experimentos e a utilização do refrigerante em situações do cotidiano do estudante, pode gerar informações muito ricas para futuras análises. Esses dados, aliados às concepções prévias dos alunos sobre o estudo do gás presente no refrigerante, o comportamento dos fatores que o influenciam, as funções inorgânicas presentes e os indicadores de pH, podem ser usados para avaliar se o aluno apropriou-se de conceitos relacionados ao conteúdo. As perguntas do questionário podem ser adaptadas de acordo com o tipo de abordagem sugerida, possibilitando uma variedade de fatores que podem ser dialogados.

O experimento pressupõe um problema a ser resolvido, seja ele em sala de aula ou em um laboratório. É importante dar oportunidades para que os alunos pensem sobre o problema e proponham suas hipóteses. A aula pós-práticas, expositiva,

pode ajudar os estudantes a pensar sobre os dados obtidos e a analisar e discutir as conexões significativas entre o fenômeno observado, os dados coletados e os conceitos desenvolvidos nas aulas. Ao final, com a reaplicação do questionário, será possível avaliar se os alunos assimilaram os novos conhecimentos adquiridos e se conseguem associá-los a outros temas pré-determinados pelo professor.

5.3 Sugestões para trabalhos futuros

Além da estrutura proposta, contendo questionário, aulas práticas e teóricas, existe ainda a opção de inserir vídeos que abordem o consumo, de forma consciente, do refrigerante, assim como as etapas da sua linha de produção e são ricos em detalhes que podem ser trabalhados em sala de aula. Um exemplo é o vídeo “A Fantástica Fábrica de Coca-Cola”, disponível no endereço eletrônico: <https://www.youtube.com/watch?v=Zulg6cD4cHw>, que proporciona uma visão geral do processo. Outra sugestão motivadora é o clipe da música “Geração Coca-Cola” do grupo Legião Urbana, disponível no endereço eletrônico <https://www.youtube.com/watch?v=k-qYu-zRiGM>, que retrata o consumismo pelos jovens da década de 1980 (SILVA et al., 2019).

Essa sequência didática também pode ser aplicada em outras temáticas importantes da Química, tais como soluções; elementos químicos; interações químicas, força dos ácidos/bases e equilíbrio químico, auxiliando no aprofundamento dos conteúdos e na forma como são abordados em sala de aula. Esta proposta pode ser estendida aos alunos dos 2º e 3º anos do Ensino Médio Regular e também da Educação de Jovens e Adultos (EJA), ampliando os olhares sobre as várias realidades. Essa abordagem trabalhada na escola torna-se positiva, possibilitando maior interesse por parte desses estudantes. A exposição em feira de Ciências ou outros projetos, de forma interdisciplinar, possibilita que professores e alunos articulem uma sólida relação com o conhecimento científico.

Assim, a alfabetização científica, em conjunto a um material de fácil adaptação, traz discussões sociocientíficas atuais, que dialogam com o contexto sociocultural dos diferentes espaços educativos. Nessa perspectiva, a Química não é uma ciência isolada, ela interage com vários ramos do conhecimento e com muitas situações do dia-a-dia, impactando em nossa sociedade.

6 CONCLUSÕES

Diante do exposto, foi desenvolvido um material didático composto por experimentos que utilizam vidrarias, reagentes e insumos de baixo custo para a realização de uma sequência didática experimental e investigativa, nos quais podemos comparar os indicadores padronizados, fenolftaleína e papel de tornassol, com o indicador natural, repolho roxo, de fácil acesso e manuseio. Assim, percebe-se que a sequência didática, produto educacional desta pesquisa, pode ser uma ferramenta de auxílio ao professor, a fim de proporcionar reflexões sobre situações cotidianas que permitam gerar relevantes discussões sobre o tema “As Bolhas do Gás nos Refrigerantes”.

A parte teórico-experimental, proposta nessa sequência didática, assim como a construção do diário de bordo a partir da aplicação do questionário, não puderam ser aplicadas devido à suspensão das aulas presenciais de acordo com as exigências do Ministério da Saúde diante da infecção pela Covid-19. Dessa forma, os experimentos foram realizados e gravados por uma equipe reduzida, obedecendo todos os protocolos de segurança, e os vídeos foram disponibilizados através de QR Code no produto educacional, permitindo o acesso online das práticas.

O produto educacional foi planejado para facilitar o processo de aprendizagem, visto que a maioria dos estudantes apresenta dificuldades pré-conceituais sobre a Química, acreditando que ela se baseia apenas em fórmulas, cálculos, tabelas, elementos químicos e equipamentos de laboratório. Contudo, a utilização deste produto pode proporcionar um caráter lúdico e didático às aulas, permitindo romper a ideia de que a Química é um bicho de sete cabeças.

Com este trabalho, os professores terão uma ferramenta complementar para dialogar com os seus alunos e transmitir determinado conteúdo. Além disso, proporcionará aos alunos a possibilidade de melhores condições de assimilar esses conteúdos, superando a falta de interesse e evoluindo como cidadãos atuantes na sociedade em que estão inseridos. Destaca-se ainda, a necessidade de aplicação dessa sequência didática em sala de aula, para avaliar a implementação do material e realizar os ajustes necessários para o seu aprimoramento.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALARCÃO, I. **Escola reflexiva e nova racionalidade**. Porto Alegre: Artmed, 2001.

BACON, F. **Novum organum**. Aforismo XIX. São Paulo: Abril, 1988. (Coleção Os Pensadores) orig. de 1620.

BARBERÁ, O.; VALDÉS, P. El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 14, n.3, p. 365-379, nov. 1996.

BRASIL, Ministério da Educação e Cultura. **LDB – Lei nº 4.024, de 20 de dezembro de 1961**. Fixa as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília, DF: MEC, 1961. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1960-1969/lei-4024-20-dezembro-1961-353722-publicacaooriginal-1-pl.html>. Acesso em: 07 nov. 2020.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 07 nov. 2020.

BRASIL, Ministério da Educação e Cultura. **LDB – Lei nº 9.394/96, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional. Brasília, DF: MEC, 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm. Acesso em: 25 fev. 2021.

BRASIL, Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf. Acesso em: 14 nov. 2020.

BRASIL. Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio / Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. **Resolução CNE/CEB nº 3, de 21 de novembro de 2018**. Disponível em: <http://novoensinomedio.mec.gov.br/resources/downloads/pdf/dcnem.pdf>. Acesso em 15 jan. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. Gabinete do Ministro. **Portaria nº 343, de 17 de março de 2020**. Dispõe sobre a substituição das aulas presenciais por aulas em meios digitais enquanto durar a situação de pandemia do Novo Coronavírus - COVID-19. Diário Oficial da União, Brasília, DF, ed. 53, 18 mar. 2020. Seção 01, p. 39. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-343-de-17-de-marco-de-2020-248564376>. Acesso em: 05 mar. 2021.

BBC NEWS BRASIL. **Brasileiros estão entre os 10 maiores consumidores globais de refrigerantes, vilões da saúde**. BBC News Brasil, 2019. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-47806485>. Acesso em: 05 set. 2019.

CARVALHO, A. M. P.; SANTOS, E. I.; AZEVEDO M. C. P. S.; DATE, M. P. S.; FUJII, S.R.S.; NASCIMENTO, V. B. **Termodinâmica: Um ensino por investigação**. 1. ed. São Paulo: Universidade de São Paulo - Faculdade de Educação, 1999.

CAVAGIS, A. D. M.; PEREIRA, E. A. O. L. C. Um método simples para avaliar o teor de sacarose e CO₂ em refrigerantes. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, SP, v. 36, n. 3, p. 241-245, ago. 2014.

COMTE, A. **Curso de Filosofia Positiva**. Coleção Os Pensadores. Editora Abril, São Paulo, 1983 (orig. 1842).

CONSUMIDOR MODERNO. **Ranking elenca os países com a Coca-Cola mais cara**. Brasil está em 43^o. Disponível em: <https://www.consumidormoderno.com.br/2019/08/05/ranking-coca-cola-mais-cara/>. Acesso em: 06 nov. 2019.

CORREA, S. L. H. **Química e Coca-Cola**. Monografia – UFMG (Departamento de Química), 2007.

CRUZ, G. F. B. **Fabricação de refrigerantes**. Rede de Tecnologia e Inovação do Rio de Janeiro: REDETEC, 2012.

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E.; SCOTT, P. Construindo conhecimento científico na sala de aula. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, SP, n. 9, p. 31-40, mai. 1999.

FONSECA, Martha Reis Marques da. **Química: ensino médio** - volume 1 e volume 2, 2^a ed. - São Paulo: Ática, 2016.

FOUREZ, Gerard. **A construção das Ciências**. São Paulo: UNESP, 1995.

GIORDAN, Marcelo. O papel da experimentação no ensino de Ciências. **Química Nova na Escola**, n. 10, p. 43-49, nov., 1999.

GONDIM, Maria Stela da Costa. Experimentos investigativos em laboratório de química fundamental. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), 6., 2007. Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2007.

HODSON, Donald A. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de la laboratorio. **Enseñanza de las Ciencias**, v.12, n. 3, p. 299-313, 1994.

HOLANDA, A. B. **Novo dicionário da língua portuguesa**, p. 407, 475 e 492, 1986

IZQUIERDO, M.; SANMARTÍ, N.; ESPINET, M. Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 17, p. 45-59, 1999.

KRASILCHIK, Myriam. Reformas e realidade: O caso do ensino de Ciências. **São Paulo em Perspectiva**, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000.

LIMA, M. E. C. C.; MARTINS, C. M. C. **Ensino de Ciências com caráter investigativo**. Belo Horizonte, 2008.

LIMA, M. E. C. C.; AGUIAR JÚNIOR, O. G. de; PAULA, H. F. **Formação e evolução dos conceitos** – ENCI: módulo V/ Belo Horizonte – UFMG, 2014.

LOCATELLI, Solange Wagner; ARROIO, Agnaldo. Dificuldades na transição entre os níveis simbólico e submicro – repensar o macro pode auxiliar a compreender reações químicas? **Enseñanza de las Ciencias**, n. extraordinário, p. 4239-4244, set. 2017.

LOMBARDI, José Claudinei. Educação e nacional-desenvolvimento (1946-1964). **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas, n. 56, p. 26-45, mai. 2014.

MARANDINO, Martha. A prática de ensino nas licenciaturas e a pesquisa em ensino de Ciências: Questões atuais. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 20, n. 2, p. 168-193, ago. 2003.

MILARÉ, Tathiane; FILHO, José de P. A. A química disciplinar em Ciências do 9º ano. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 1, p. 43-52, 2010.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa**: A teoria de David Ausubel. São Paulo: Centauro, 2001.

MORTIMER, E. F. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de Ciências**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2000.

NASCIMENTO, Fabrício do; FERNANDES, Hylío Laganá; MENDONÇA, Viviane Melo de. O ensino de Ciências no Brasil: História, formação de professores e desafios atuais. **Revista História**, Sociedade e Educação no Brasil, Campinas, n. 39, p. 225-249, 2010.

OLIVEIRA, Carolina Costa de; VASCONCELOS, José Djhonattas Firmino de; GODHOI, Thaysla Rayana Araújo; SILVA, Thiago Pereira da; SILVA, Ana Carla Soares da. **Oficina Temática no Ensino de Química: trabalhando uma proposta didática com o tema “A Química dos Refrigerantes” para alunos do Ensino Médio**. III ENID/UEPB - Encontro de Iniciação à Docência da UEPB. Campo Grande, 2013.

OXFORD. **Minidictionary of Chemistry**, Oxford: Oxford University Press, 1988. 400 p.

PNE em movimento. **Plano Nacional de Educação - Lei nº 13.005/2014**. Disponível em: <http://pne.mec.gov.br/18-planos-subnacionais-de-educacao/543-plano-nacional-de-educacao-lei-n-13-005-2014>. Acesso em: 25 fev. 2021.

PRIESTLEY, Joseph. Observations on different kinds of air. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, v. 62, p. 147-264, 1772.

QUEIROZ, Maria Neuza Almeida; HOUSOME, Yassuko. As disciplinas científicas do ensino básico na legislação educacional brasileira nos anos de 1960 e 1970. **Pesquisa e Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 20, e9723, p. 1-25, 2018.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira; MORTIMER, Eduardo Fleury. Tomada de Decisão para Ação Social Responsável no Ensino de Ciências. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, 2001.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, 2002.

SASSERON, Lúcia Helena. A alfabetização científica, Ensino por investigação e Argumentação: Relações entre Ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio**, v. 17, n. especial, nov. 2015.

SILVA, I. C. T.; MIRAPALHETE, C. F.; SIQUEIRA, V. F.; SARTORI, P. H. S. REFRIGERANTE: UMA PROPOSTA DE CONTEXTUALIZAÇÃO E CONSCIENTIZAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA. **Revista Debates em Ensino de Química**, [S. l.], v. 4, n. 2 (esp.), p. 278–293, 2019. Disponível em: <http://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/2001>. Acesso em: 27 jun. 2020.

SOUZA, Fabio Luiz de; AKAHOSHI, Luciane Hiromi; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro; CARMO, Miriam Possar do. **Atividades experimentais investigativas no ensino de química**. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo, p. 14-19, mai 2013.

STANDAGE, T. **A história do mundo em 6 copos**. Trad. de Braga, A. Rio de Janeiro: J. Zahar, Capítulo: A Coca-Cola, E a Ascensão dos Estados Unidos. p. 176-208, 2005.

STRATHERN, P. **O sonho de Mendeleiev**: A verdadeira história da química. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2002.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

ZANON, D. A. V.; FREITAS, D. A aula de Ciências nas séries iniciais do ensino fundamental: ações que favorecem a sua aprendizagem. 2007. **Ciências & Cognição**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 1, p. 93-103, 2007.

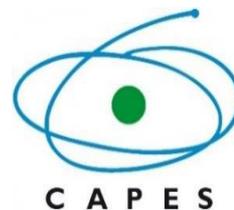
APÊNDICES

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE

Questões sobre o ambiente escolar e a aprendizagem de Química:

1. Você estuda na rede pública ou particular?
2. Já estudou anteriormente na rede pública?
3. Você já teve alguma aula experimental? Em caso de sim, ela ocorreu em sala de aula ou em laboratório?
4. Você acha que a aula experimental ajuda no aprendizado? Por quê?
5. Por que o refrigerante é mais refrescante que a água pura?
6. Existe gás dissolvido no refrigerante? Em caso de sim, você saberia dizer qual é este gás?
7. Você acha que a temperatura influencia na quantidade de gás liberado pelo refrigerante?
8. O que é solubilidade?
9. Qual a diferença entre uma substância ácida e outra básica?
10. A cor de uma substância pode determinar se ela é ácida ou básica?
11. A água é ácida, básica ou neutra?
12. O refrigerante possui caráter ácido ou básico? Por quê?
13. Você conhece alguma substância que muda de cor em contato com outra? Se sim, cite o nome dessa substância.
14. Em sua opinião, todas as substâncias reagem quando estão juntas? Por quê?
15. Você consegue encher um balão (bexiga) sem assoprá-lo? Explique.

APÊNDICE B – PRODUTO EDUCACIONAL



Produto Educacional

AS BOLHAS DO GÁS NO REFRIGERANTE SEQUÊNCIA DIDÁTICA



Fonte: <https://desenrolado.com/blog/como-construir-uma-sequencia-didatica-a-distancia/>

Admilson Xavier de Freitas

ADMILSON XAVIER DE FREITAS

**AS BOLHAS DO GÁS NO REFRIGERANTE: UMA PROPOSTA DIDÁTICA COM
ABORDAGEM CTS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS/QUÍMICA**

Produto Educacional apresentado à Universidade Federal de Viçosa como parte das exigências do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI), para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Angel Amado Recio Despaigne

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2021**

APRESENTAÇÃO



Prezado(a) professor(a),

Esta sequência didática é o produto final da dissertação do Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI), realizado na Universidade Federal de Viçosa (UFV-MG) e finalizado em junho de 2021. A experiência como professor do Ensino Fundamental e Médio, tanto de escola pública, como de escola particular, foi o contexto para a busca de ferramentas que auxiliem o professor a utilizar um tema do cotidiano para introduzir conteúdos científicos no processo de ensino e aprendizagem dos seus alunos. A escolha do tema “As Bolhas do Gás no Refrigerante” foi a forma escolhida para se aproximar dos conhecimentos prévios dos alunos e trazê-los, de forma interessada, para abordarmos conteúdos específicos de Ciências/Química.

Este produto é o resultado da elaboração de uma proposta de aulas teórico-experimentais a ser realizada de forma investigativa e contextualizada em sala de aula. A princípio, podemos aplicá-lo em turmas de Ciências do 9º ano do Ensino Fundamental e em turmas de Química do 1º ano do Ensino Médio, mas também pode ser estendido a outros conteúdos e turmas. O uso de materiais de baixo custo possibilita a sua aplicação tanto em laboratório, quanto em sala de aula, viabilizando a experimentação e, desta forma, tornando o aprendizado mais atraente aos olhares dos estudantes.

Dentre tantos desafios encontrados no cenário da educação brasileira, este material tem a intenção de desmistificar a Química como um “bicho de sete cabeças”. O intuito desta sequência didática é evidenciar que a Química está presente em todos os lugares, privilegiando fenômenos comuns do dia a dia e, através deles, introduzir significados científicos.

Bom trabalho e que essa ferramenta auxilie na interação com seus alunos, de maneira a torná-los cidadãos críticos e que possam tomar decisões responsáveis na sociedade.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	52
OBJETIVOS.....	53
QUESTIONÁRIO.....	54
ATIVIDADES EXPERIMENTAIS.....	56
Experimento 1: Qual situação libera maior quantidade de gás?.....	56
Experimento 2: Essa substância química é ácida ou básica?.....	59
Experimento 3: Evidência de uma reação química.....	65
Experimento 4: Como encher uma bexiga sem assoprar?.....	69
ENCERRAMENTO.....	72
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73

INTRODUÇÃO



A necessidade de se introduzir atividades práticas nas aulas de Ciências/Química levou à elaboração de uma sequência didática que possa complementar o processo de ensino e aprendizagem, transpondo o fenômeno observado (macroscópico) ao conteúdo científico (microscópico). Este material foi elaborado através de consulta à literatura e adoção de referenciais sobre o tema “As Bolhas do Gás no Refrigerante”, além da experiência como docente. Nesse contexto, foram selecionados os seguintes conteúdos presentes no cronograma escolar: influência da temperatura e da pressão na solubilidade de um gás; funções inorgânicas, reações ácido-base e indicadores de pH.

A primeira etapa desta sequência didática, com a aplicação do Questionário Pré-Teste, visa fazer um levantamento do conhecimento prévio dos estudantes sobre as bolhas do gás nas bebidas carbonatadas (refrigerantes). Além disso, busca avaliar o conceito de ácido e base trazidos por esses estudantes. Nesse momento, o papel do professor é orientar e instigar sobre os temas a serem abordados. Na segunda etapa serão realizados os experimentos nos quais os estudantes deverão observar os fenômenos envolvidos e associá-los aos conteúdos relacionados. A terceira etapa será uma aula expositiva com o intuito de explicar o comportamento do gás carbônico, presente nas bolhas do gás nos refrigerantes, assim como os fatores que influenciam em sua solubilidade, relacionando com as funções inorgânicas e os indicadores ácido-base. Na quarta etapa será aplicado o mesmo questionário que, comparado com as respostas iniciais, terá o objetivo de averiguar a evolução cognitiva dos alunos em relação aos conteúdos ministrados.

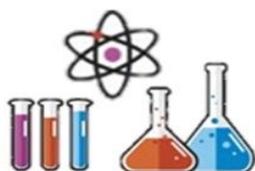
Nesse sentido, é importante apresentar a Química em um contexto próximo da realidade dos alunos e, portanto, a utilização deste produto educacional proporciona um caráter lúdico e didático às aulas. Espera-se que este material possa contribuir para que o trabalho do professor seja dinâmico e satisfatório para a aprendizagem dos alunos, interligando a sequência didática a uma abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade).

OBJETIVOS



- ✿ Propor uma experiência de aplicação de atividades práticas com alunos do Ensino Fundamental e Médio;
- ✿ Auxiliar os professores a construir um modelo que apresente uma evolução do aprendizado e melhora no rendimento escolar;
- ✿ Despertar o interesse dos alunos no aprendizado através da experimentação, com o tema de Bolhas do Gás no Refrigerante e a utilização de materiais de baixo custo, tendo como indicador natural o repolho roxo, comparado com indicadores padronizados, fenolftaleína e papel de tornassol, além de correlacionar outros conteúdos;
- ✿ Construir um panorama de cada turma, através dos dados gerados pela aplicação de um questionário a ser respondido pelos alunos.

QUESTIONÁRIO



ESCOLA: _____

ANO: _____ TURMA: _____ DATA: ____/____/____

PROFESSOR(A): _____

NOME: _____

Questões sobre o ambiente escolar e a aprendizagem de Química:

1. Você estuda na rede pública ou particular?

2. Já estudou anteriormente na rede pública?

3. Você já teve alguma aula experimental? Em caso de sim, ela ocorreu em sala de aula ou em laboratório?

4. Você acha que a aula experimental ajuda no aprendizado? Por quê?

5. Por que o refrigerante é mais refrescante que a água pura?

6. Existe gás dissolvido no refrigerante? Em caso de sim, você saberia dizer qual é este gás?

7. Você acha que a temperatura influencia na quantidade de gás liberado pelo refrigerante?

8. O que é solubilidade?

9. Qual a diferença entre uma substância ácida e outra básica?

10. A cor de uma substância pode determinar se ela é ácida ou básica?

11. A água é ácida, básica ou neutra?

12. Você conhece alguma substância que muda de cor em contato com outra?
Se sim, cite o nome dessa substância.

13. O refrigerante possui caráter ácido ou básico? Por quê?

14. Em sua opinião, todas as substâncias reagem quando estão juntas? Por quê?

15. Você consegue encher um balão (bexiga) sem assoprá-lo? Explique.

ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

**Experimento 1:** Qual situação libera maior quantidade de gás?**Conhecimentos Prévios**

- ✓ Por que o refrigerante é mais refrescante que a água pura?
- ✓ Existe gás dissolvido no refrigerante? Em caso de sim, você saberia dizer qual é este gás?
- ✓ Você acha que a temperatura influencia na quantidade de gás liberado pelo refrigerante?
- ✓ O que é solubilidade?

Objetivos: observar e identificar a qual temperatura o refrigerante libera a maior quantidade de gás e, também, verificar a solubilidade do CO_2 na solução.

Materiais:

- 2 latas do mesmo refrigerante em temperaturas diferentes, sendo que uma será resfriada na geladeira e a outra estará em temperatura ambiente;
- 2 béqueres de 250mL (ou recipientes similares); e
- Termômetro.



Fonte: própria.

Procedimentos:

- **Etapa 1:** a lata que está em temperatura ambiente deverá ser aberta e o refrigerante transferido para o béquer até completar o volume.



Fonte: própria.



Fonte: própria.

- **Etapa 2:** a lata que está resfriada na geladeira deverá ser aberta e o refrigerante transferido para o béquer até completar o volume.



Fonte: própria.



Fonte: própria.

- **Observações:** o aluno deverá observar o fenômeno durante a transferência do líquido e a temperatura dos dois béqueres deverá ser medida com o termômetro.



FICA A DICA!

Acompanhe este experimento
no vídeo indicado no QR Code.



Compreendendo a Química

As bolhas do gás nas bebidas carbonatadas estão mais presentes no nosso dia-a-dia do que você imagina, por exemplo, na água com gás ou nos refrigerantes. O refrigerante possui uma ação refrescante porque durante o trajeto da boca ao estômago, ocorre uma expansão que absorve calor e o pH do meio favorece a eliminação do gás, diminuindo a solubilidade do $\text{CO}_{2(aq)}$, promovendo uma sensação de frescor e influenciando também no seu sabor (FOGAÇA, s.d.).

O contato de um determinado gás com um líquido pode fazer com que parte desse gás se dissolva, promovendo a solubilidade, devido à formação de interações entre as partículas de água e do gás (SILVA et. al., 2017). As moléculas, em constante movimento, chocam-se com a superfície de um líquido e aquelas com maior velocidade conseguem penetrar nesse líquido, ficando dissolvidas. A princípio, isso pode parecer estranho, mas garante que os peixes consigam respirar.



Fonte: <https://canal.ceciej.edu.br/recursos/9160>

O gás adicionado ao refrigerante é o gás carbônico (CO_2). A adição do CO_2 no refrigerante ocorre sob elevada pressão, o que favorece sua dissolução. Quanto maior a pressão que o gás exerce, maior o número e a força das colisões entre suas moléculas e o líquido. Ao abrir o refrigerante e aliviar a pressão, menos gás conseguirá ficar dissolvido, surgindo imediatamente as bolhas.

Quando abrimos o refrigerante em temperatura ambiente, perceberemos a saída de gás e a alteração do seu sabor. Ao resfriar o refrigerante, fornecemos a condição para que uma maior quantidade de CO_2 seja dissolvida no líquido: quanto menor a temperatura, mais gás carbônico será dissolvido. A temperatura está associada ao grau de agitação das moléculas: quanto menos agitadas, menor a velocidade e mais difícil será do gás escapar do refrigerante. Quando a temperatura é elevada, as moléculas ficam mais agitadas, sendo mais fácil escaparem do líquido. Assim, a quantidade de bolhas do gás que os refrigerantes apresentam, ou mesmo a espuma que produzem, quando o colocamos em um copo, varia de acordo com a pressão e a temperatura (FOGAÇA, s.d.).



Experimento 2: Essa substância química é ácida ou básica?

Conhecimentos Prévios

- ✓ Qual a diferença entre uma substância ácida e outra básica?
- ✓ A cor de uma substância pode determinar se ela é ácida ou básica?
- ✓ A água é ácida, básica ou neutra?
- ✓ Você conhece alguma substância que muda de cor em contato com outra?
Se sim, cite o nome dessa substância.

Objetivos: observar e identificar, através da mudança de cor, o caráter ácido-base de algumas substâncias utilizando diferentes indicadores ácido-base.

Materiais:

- refrigerante (utilizar aqueles de cor clara);
- leite de magnésia - $Mg(OH)_2$;
- água destilada (ou água de garrafa);
- indicador fenolftaleína;
- indicador natural (extrato de repolho roxo);
- papel tornassol;
- 7 tubos de ensaio (ou recipiente similar);
- proveta de 25 mL (ou recipiente similar);
- béquer de 50 mL (ou recipiente similar); e
- conta-gotas.



Fonte: própria.

FICA A DICA!

Preparo do extrato de repolho roxo
no vídeo indicado no QR Code.



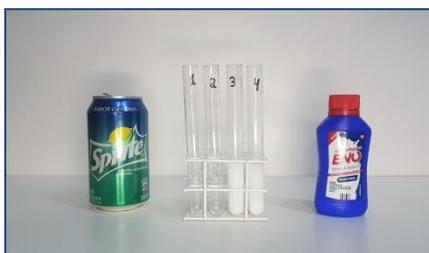
Procedimentos:

- **Etapa 1:** os tubos de ensaio deverão ser numerados de 1 a 7. Adicionar 5mL de água destilada em todos os tubos de ensaio.



Fonte: própria.

- **Etapa 2:** adicionar 5 mL de refrigerante nos tubos 1 e 2, adicionar 5 mL de leite de magnésia nos tubos 3 e 4.



Fonte: própria.

- **Etapa 3:** adicionar três gotas do indicador fenolftaleína nos tubos ímpares (1, 3 e 5).



Fonte: própria.

- **Etapa 4:** adicionar dez gotas do extrato de repolho roxo nos tubos pares (2, 4 e 6).



Fonte: própria.

- **Etapa 5:** no tubo 7, inserir 5 mL de refrigerante e colocar o papel tornassol.



Fonte: própria.

- **Observações:** o aluno deverá observar as cores e identificar o caráter do pH referentes aos tubos de ensaio utilizando a tabela 1 de referência de indicadores ácido-base. A seguir anotar as cores observadas e o caráter ácido-base do meio no quadro 1 de identificação do pH das soluções.

Tabela 1 – Indicadores ácido-base.

Indicador	Meio ácido	Meio básico
Fenolftaleína	Incolor	Rosa
Papel tornassol	Alaranjado	Azulado
Extrato de repolho roxo	Avermelhado	Esverdeado

Fonte: própria.

Quadro 1 - Identificação do pH das soluções.

Tubo de Ensaio	Cor Observada	Meio Ácido ou Básico
Tubo 1		
Tubo 2		
Tubo 3		
Tubo 4		
Tubo 5		
Tubo 6		
Tubo 7		

Fonte: própria.



FICA A DICA!

Acompanhe este experimento no vídeo indicado no QR Code.



Compreendendo a Química

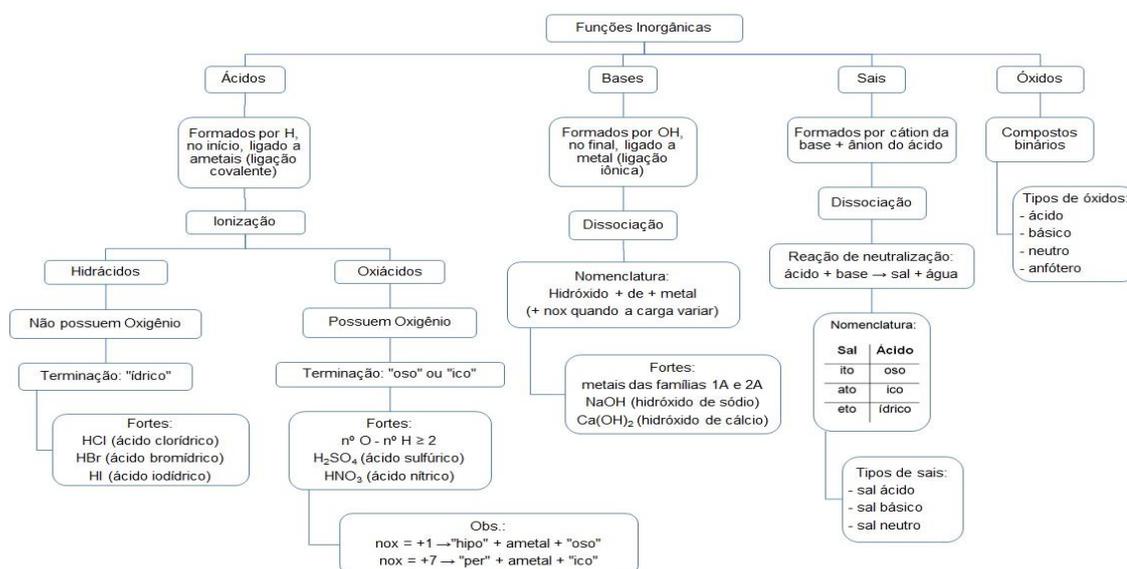
Quando pensamos em ácidos e bases associamos a algumas substâncias químicas conhecidas no dia a dia, como por exemplo: soda cáustica ou hidróxido de sódio (NaOH); ácido muriático ou ácido clorídrico (HCl); ácido cítrico (C₆H₈O₇), presente no limão e ácido acético (CH₃COOH), conhecido como vinagre.

E não podemos nos esquecer do refrigerante que, independente da marca, apresenta maior quantidade de gás carbônico (CO₂) dissolvido quando está gelado. Ao atingir o equilíbrio químico, aumenta também a quantidade de ácido carbônico (H₂CO₃), que é instável e transforma-se espontaneamente em H₂O e CO₂. Esse ácido altera o gosto do xarope que é utilizado na produção do refrigerante, o que melhora o sabor e apresenta leve diminuição do pH (meio mais ácido), agindo como um antibactericida (LIMA e AFONSO, 2009).

Segundo Cardoso (2020), existem três teorias ácido-base importantes:

- **Teoria de Lewis:** o ácido é a espécie capaz de receber pares de elétrons, enquanto a base é a espécie capaz de doar pares de elétrons;
- **Teoria de Brønsted-Lowry:** o ácido doa prótons (H⁺), enquanto a base recebe prótons (H⁺).
- **Teoria de Arrhenius:** em meio aquoso, o ácido ioniza liberando cátion (H⁺), enquanto a base dissocia liberando ânions (OH⁻).

A partir da Teoria de Arrhenius construímos o mapa conceitual a seguir, para definir um conceito breve sobre as Funções Inorgânicas:

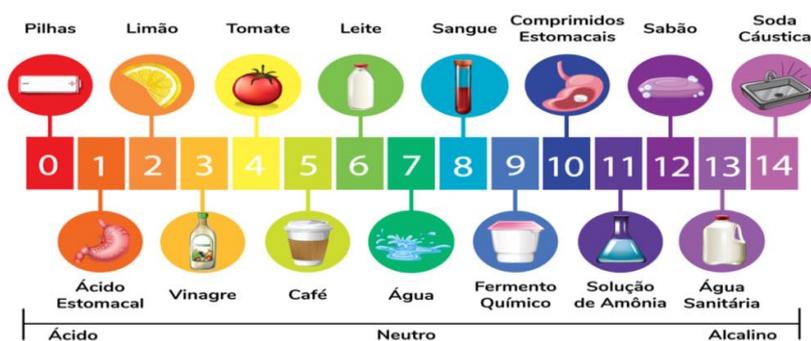


Fonte: própria.

O pH, ou Potencial Hidrogeniônico, informa a concentração de íon H^+ presente em uma solução. Portanto, com o pH, podemos determinar se uma solução tem caráter ácido, básico ou neutro. Dessa forma, a escala de pH geralmente varia entre 0 e 14, em solução aquosa:

- se o pH da solução for igual a 7, temos uma solução neutra;
- se o pH da solução for menor que 7, temos uma solução ácida; e
- se o pH da solução for maior que 7, temos uma solução básica.

Para exemplificar temos a seguinte escala de pH:



Fonte: Blog Biologia Total, s.d.

Os indicadores ácido-base são substâncias naturais ou sintéticas que têm a propriedade de mudar de cor em função do pH do meio. Desse modo, apresentam uma cor quando estão em meio ácido e outra cor quando estão em meio básico, indicando também os valores aproximados de pH (FOGAÇA, s.d.). Na tabela abaixo vamos relacionar alguns desses indicadores, com seus respectivos valores de pH nos pontos de viragem:

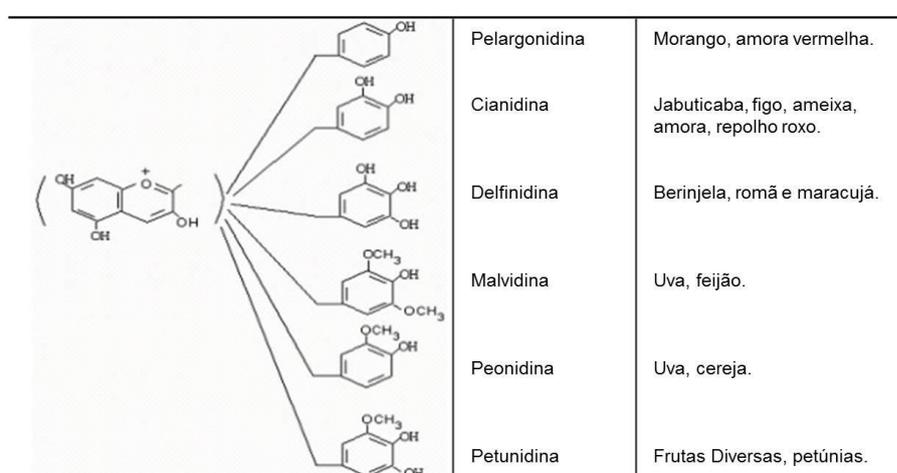
Indicador	Cor em pH abaixo da viragem	Intervalo aproximado de pH de mudança de cor	Cor em pH acima da viragem
Violeta-de-metila	Amarelo	0,0-1,6	Azul-púrpura
Azul-de-bromofenol	Amarelo	3,0-4,6	Violeta
Alaranjado-de-metila	Vermelho	3,1-4,4	Amarelo
Azul-de-bromotimol	Amarelo	6,0-7,6	Azul
Vermelho-de-metila	Vermelho	4,4-6,2	Amarelo
Vermelho-de-fenol	Amarelo	6,6-8,0	Vermelho
Fenolftaleína	Incolor	8,2-10,0	Rosa-carmim
Timolftaleína	Incolor	9,4-10,6	Azul
Amarelo-de-alizarina R	Amarelo	10,1-12,0	Vermelho
Carmim-de-indigo	Azul	11,4-13,0	Amarelo

Fonte: Mundo Educação, s.d.

A prática, quando no laboratório, utiliza normalmente os indicadores sintéticos, citados na tabela acima. Também existem os indicadores ácido-base naturais, presentes nos vegetais e insetos.

A antocianina é um pigmento da classe dos flavonoides, que são substâncias orgânicas de compostos fenólicos. Após a clorofila, as antocianinas são o grupo de pigmento de maior distribuição no reino vegetal, responsável por diversas cores em frutas, legumes e hortaliças, como, por exemplo, nas folhas vermelhas, flores de pétalas coloridas, beterraba, uva, jabuticaba, amora e o repolho roxo, utilizado como indicador nesse experimento. (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

A seguir, a estrutura da antocianina:



Fonte: Lopes et al. (2007).

As diversas formas de antocianinas diferem-se quanto ao número de grupos hidroxílicos e/ou metoxílicos presentes na aglicona, número e posição dos açúcares e de ácidos alifáticos ou aromáticos ligados à molécula de açúcar (FERREIRA, 2014).



Experimento 3: Evidência de uma reação química



Conhecimentos Prévios

- ✓ O refrigerante possui caráter ácido ou básico? Por quê?
- ✓ Em sua opinião, todas as substâncias reagem quando estão juntas? Por quê?

Objetivos: observar e identificar, através da mudança de cor e variação de pH, a formação de novas substâncias.

Materials:

- refrigerante (utilizar aqueles de cor clara);
- leite de magnésia - $Mg(OH)_2$;
- água destilada (ou água de garrafa);
- indicador fenolftaleína;
- proveta de 25 mL (ou recipiente similar);
- béquer de 250 mL (ou recipiente similar);
- bastão de vidro (ou agitador similar); e
- conta-gotas.



Fonte: própria

Procedimentos:

- **Etapa 1:** adicionar 100 mL de água no béquer e cinco gotas do indicador fenolftaleína. Em seguida, inserir 10 mL de leite de magnésia, agitar e observar o que acontece.



Fonte: própria.

- **Etapa 2:** posteriormente, adicionar 10mL de refrigerante, agitar, observar o que acontece e anotar no mesmo quadro.



Fonte: própria.

- **Observações:** o aluno deverá observar as cores e identificar o caráter ácido ou básico do meio, referentes a cada etapa utilizando a tabela 2 de referência de indicadores ácido-base. A seguir anotar as cores observadas e o caráter ácido ou básico do meio no quadro 2 de evidência de reação química.

Tabela 2 – Indicador ácido-base.

Indicador	Cor	pH
Fenolftaleína	Incolor	ácido
	Rosa	básico

Fonte: própria.

Quadro 2 – Evidência de reação química.

Observação	Cor	pH
Antes da adição do refrigerante		
Depois da adição do refrigerante		

Fonte: própria.



FICA A DICA!

Acompanhe este experimento no vídeo indicado no QR Code.



Compreendendo a Química

Os refrigerantes são bebidas não alcoólicas e podem ser consumidos em várias partes do mundo. Segundo Lima e Afonso (2009), além do gás carbônico (CO_2), sua composição é formada por:

- Água → componente em maior quantidade;
- Carbonatos (CO_3^{2-}) e bicarbonatos (HCO_3^-) → substâncias que interagem com os ácidos, regulando o pH e o aroma;
- Concentrados → extratos, óleos e destilados de frutas ou vegetais que atribuem sabor característico;
- Sulfatos (SO_4^{2-}), fluoretos (F^-) e fenóis ($\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$) → substâncias que ampliam o sabor;
- Açúcar (sacarose/ $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) → substância responsável por adoçar e encorpar o produto. Nos refrigerantes dietéticos ou de baixa caloria, o açúcar é substituído, por exemplo, pela sacarina ($\text{C}_7\text{H}_5\text{NSO}_3$) ou pelo aspartame ($\text{C}_{14}\text{H}_{18}\text{N}_2\text{O}_5$);
- Acidulantes → substâncias que realçam o sabor e diminuem o pH. Temos como exemplos: o ácido cítrico ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$), presente em refrigerante sabor limão; o ácido fosfórico (H_3PO_4), nos sabores tipo cola e o ácido tartárico ($\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$), nos sabores tipo uva;
- Antioxidantes → substâncias que impedem o gás oxigênio (O_2) de interagir com componentes do refrigerante. O ácido ascórbico (vitamina C) é um antioxidante muito utilizado; e
- Conservantes → substâncias que evitam a proliferação de micro-organismos acidorresistentes.

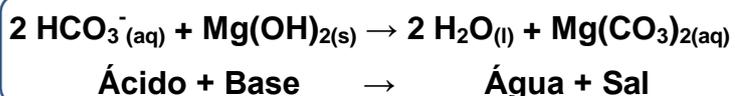
Os ácidos presentes nos refrigerantes desempenham papéis importantes para a bebida, mas sua utilização é questionável. Alguns estudos científicos afirmam que o consumo de refrigerante com a presença íons fosfato (PO_4^{3-}) levaria à diminuição do teor de cálcio no organismo, além de aumentar a inflamação estomacal em uma pessoa que já tenha gastrite. Por isso, é importante ficar atento aos riscos da sua ingestão (DIAS, s.d.).

Reação de neutralização

As reações de neutralização estão presentes em nosso dia a dia, por exemplo, naquela sensação incômoda de acidez estomacal em que ingerimos um antiácido. Segundo Fogaça (s.d.), partindo da Teoria de Arrhenius, temos o ácido liberando cátions (H^+) e ânions (A^-) no meio, que se unem aos ânions (OH^-) e aos cátions (B^+) liberados pela base e, com isso, formam-se as moléculas de água e o sal. Assim, temos:



O pH do refrigerante é em torno de 3,0, ou seja, meio ácido, é neutralizado pela adição do leite de magnésia, que é uma solução básica de hidróxido de magnésio, que possui pH aproximadamente igual a 10,0. Com o passar do tempo, o pH do meio irá aumentar, o que quer dizer que ele está sendo neutralizado, podendo chegar ao ponto do pH igual a 7,0, que é o pH da água (FOGAÇA, s.d.). Dizemos, então, que o meio está neutro. Essa é uma reação de neutralização total, que pode ser expressa pela seguinte equação química:



Uma reação de neutralização total ocorre quando a quantidade de íons H^+ liberados pelo ácido é igual à quantidade de íons OH^- liberados pela base. No entanto, podem ocorrer reações de neutralização parciais, ou seja, em que a quantidade de íons é diferente (FOGAÇA, s.d.).

Essa reação é semelhante a que ocorre em nosso estômago quando estamos com azia e tomamos um antiácido. O leite de magnésia ($Mg(OH)_2$) reage com o ácido clorídrico (HCl), principal componente do suco gástrico, neutralizando o excesso de acidez do estômago.



Experimento 4: Como encher uma bexiga sem assoprar?



Conhecimentos Prévios

- ✓ Você consegue encher um balão (bexiga) sem assoprá-lo? Explique.

Objetivos: observar a liberação de gás e o enchimento da bexiga utilizando uma reação ácido-base.

Materials:

- refrigerante (utilizar aqueles de cor clara);
- bicarbonato de sódio - NaHCO_3 ;
- indicador fenolftaleína;
- tubo de ensaio;
- proveta de 25 mL;
- bexiga;
- colher de café; e
- funil.



Fonte: própria.

Procedimentos:

- **Etapa 1:** adicionar quatro colheres de café de bicarbonato de sódio em uma bexiga.



Fonte: própria.

- **Etapa 2:** em seguida, inserir em um tubo de ensaio 10 mL de refrigerante e cinco gotas de indicador fenolftaleína.



Fonte: própria.

- **Etapa 3:** posteriormente, colocar a bexiga na boca do tubo de ensaio e virar o bicarbonato de sódio no mesmo.



Fonte: própria.

- **Observações:** o aluno deverá observar e anotar o que ocorre no quadro 3 de reação ácido-base.

Quadro 3 – Reação ácido-base

Observação	Cor	pH
Antes da adição do NaHCO_3		
Depois da adição do NaHCO_3		

Fonte: própria.



FICA A DICA!

Acompanhe este experimento no vídeo indicado no QR Code.



 **Compreendendo a Química**

O bicarbonato de sódio (NaHCO_3), nome comercial dado ao sal hidrogenocarbonato de sódio ou carbonato ácido de sódio, apresenta-se como um pó branco, solúvel em água e com sabor adstringente (alcalino). O bicarbonato de sódio é muito utilizado para neutralizar a acidez estomacal (azia), mas o seu uso contínuo pode destruir o equilíbrio ácido-base do organismo. O ácido clorídrico (HCl), presente no suco gástrico do estômago, além de ajudar na digestão, é útil para manter esse equilíbrio (SOUZA, s.d.). Quando ingerimos NaHCO_3 , ocorre a seguinte reação de neutralização:



O refrigerante tem como um de seus componentes fundamentais o ácido carbônico. Esse ácido é formado por meio da mistura de gás carbônico e água. Depois de pronta, a bebida já embalada recebe mais CO_2 , aumentando a pressão interna, e assim aparecem as bolhas do gás nas garrafas dos refrigerantes quando abertas (DIAS, s.d.). Quando combinamos o refrigerante, de caráter ácido, com o bicarbonato de sódio, um sal de caráter básico, podemos observar o desprendimento de gás carbônico.



Essa reação de neutralização faz com que o balão se encha, demonstrando que é possível encher uma bexiga utilizando apenas os conhecimentos químicos, sem a necessidade de assoprar.

ENCERRAMENTO



A utilização de atividades experimentais proporciona uma interação entre professor e aluno, despertando o interesse pelo conhecimento e aproximando a Química da realidade da sala de aula. Nesse contexto, o papel do professor é muito importante, pois ele será o mediador e incentivador de todo esse processo.

Agora que chegamos ao final da sequência didática, espera-se que os alunos tenham compreendido os fenômenos abordados, que possam ampliar seus olhares do ambiente que os cerca e consigam fazer associações do conhecimento científico com o seu cotidiano. E principalmente, espera-se que esse olhar, agora mais apurado, nunca seja o mesmo em relação às bolhas do gás no refrigerante.

“Química é quase magia, feita de sonhos e suposições.

Mas na experimentação comprovamos a realidade.”

(Autor desconhecido).



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS



BORGES, Jéssica H.; DRIGO, Caroline P. F.; SILVA, Jéssica C.; BERNARDES, Giselle Carvalho; FIELD'S, Karla A. P. **Refrigerante**: Explorando a Química em nosso cotidiano. XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ). Florianópolis, 2016.

CARDOSO, Júlia da Silva. **Ácidos e Bases**: Um resumo completo para você. Biologia Total, 2020. Disponível em: <https://blog.biologiatotal.com.br/acidose-bases/>. Acesso em: 28 mar. 2021.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de Alimentos de Fennema**. 4. ed. Tradução de Adriano Brandelli. Porto Alegre: Editora Artmed, 2010.

DIAS, Diogo Lopes. **Função dos ácidos nos refrigerantes**. Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/funcao-dos-acidos-nos-refrigerantes.htm>. Acesso em 21 de março de 2021.

DIAS, Diogo Lopes. **Importância do gás no refrigerante**. Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/importancia-gas-no-refrigerante.htm>. Acesso em 21 de março de 2021.

FERREIRA, Adriana Luiza. **Extração e quantificação de antocianina em fruta e polpa de morango**. Assis: Fund. Educacional do Município de Assis – FEMA, 2014.

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. **Equilíbrio químico do refrigerante no estômago**. Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/equilibrio-quimico-refrigerante-no-estomago.htm>. Acesso em: 03 abr. 2021.

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. **Indicadores ácido-base**. Mundo Educação. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/indicadores-acido-base.htm>. Acesso em: 28 mar. 2021.

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. **Reações de neutralização**. Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/reacoes-neutralizacao.htm>. Acesso em: 30 mai. 2021.

LIMA, Ana Carla da; AFONSO, Júlio Carlos. A química do refrigerante. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, 2009. Disponível em: http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc31_3/10-peq-0608.pdf. Acesso em: 03 abr. 2021.

LOPES, Toni Jefferson; XAVIER, Marcelo Fonseca; QUADRI, Mara Gabriela Novy; QUADRI, Marinho Bastos. Antocianinas: Uma breve revisão das características estruturais e da estabilidade. **Rev. Bras. Agrociência**, Pelotas, v.13, n. 3, p. 291-297, jul.-set., 2007.

MENDONÇA, Juliana Romero de; ZANON, Dulcimeire Ap. Volante. Experimentos investigativos a partir da temática refrigerante no ensino de Ciências. **Experiências em Ensino de Ciências**, São Carlos, v.12, n. 3, p. 43-55, 2017.

OLIVEIRA, Carolina Costa de; VASCONCELOS, José Djhonattas Firmino de; GODHOI, Thaysla Rayana Araújo; SILVA, Thiago Pereira da; SILVA, Ana Carla Soares da. **Oficina Temática no Ensino de Química**: Trabalhando uma proposta didática com o tema “A Química dos Refrigerantes” para alunos do Ensino Médio. III ENID/UEPB - Encontro de Iniciação à Docência da UEPB.

SILVA, Isabel Cristina Teixeira da; MIRAPALHETE, Cássius Fernandes; SIQUEIRA, Vanessa Fagundes; SARTORI, Paulo Henrique dos Santos. **Sede de Quê? O Enigma do Refrigerante: Uma Proposta de Contextualização e Conscientização no Ensino de Química**. **REDEQUIM – Revista Debates em Ensino de Química**, Bagé, p. 278-293.

SILVA, Luciana Almeida; CARVALHO, Luiz Souza; LOPES, Wilson Araújo; PEREIRA, Pedro Afonso de Paula; ANDRADE, Jailson B. de. **Solubilidade e Reatividade de Gases**. *Química Nova na Escola*, v. 40, n. 7, p. 824-832, 2017.

SOUZA, Líria Alves de. **Bicarbonato de sódio**. Mundo Educação. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/bicarbonato-sodio.htm>. Acesso em: 29 mai. 2021.