

QUÍMICA E REFRIGERANTE: UMA PROPOSTA EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA E CONTEXTUALIZADA PARA O ENSINO MÉDIO

CHEMISTRY AND SOFT DRINK: AN INVESTIGATIVE AND CONTEXTUALIZED EXPERIMENTAL PROPOSAL FOR HIGH SCHOOL EDUCATION

Lauana de Souza Barbosa¹

Cleberson Souza da Silva²

Diego Arantes Teixeira Pires³

Resumo: Os refrigerantes são uma classe de bebidas constituídos basicamente de água gaseificada e açúcar, sem nenhum valor nutricional. Essa bebida está muito presente na casa dos brasileiros e despertam um grande apreço entre os jovens. Entretanto, será que os alunos de Ensino Médio sabem dos malefícios que o consumo dessa bebida pode causar? Nesse sentido, buscou-se aproveitar o grande interesse dos jovens pelos refrigerantes para propor uma atividade experimental investigativa e contextualizada para o Ensino de Química. A experimentação e a contextualização podem ser estratégias metodológicas eficientes para dinamizar as aulas de Química, que geralmente se baseiam apenas em quadro e giz. Nesse sentido, realizou-se uma pesquisa qualitativa, do tipo estudo de caso, utilizando questionário como instrumento de coleta de dados e alunos de Ensino Médio como participantes. Procedeu-se uma investigação do poder corrosivo de refrigerantes e sucos industrializados, mediante ensaios de perda de massa de placas de aço-carbono. Em seguida, realizou-se uma proposição de uma atividade experimental investigativa, utilizando refrigerantes e sucos industrializados, para o Ensino Médio. O experimento consiste em investigar o poder de corrosão de refrigerantes e sucos, além de abordar os malefícios que essas bebidas industrializadas podem causar. A atividade possibilitou a abordagem dos conteúdos de ácidos, bases, pH e oxidação. O experimento proposto foi aplicado e avaliado por 15 alunos do Ensino Médio e se mostrou uma boa alternativa para as aulas de Química, sendo bem avaliado e agradando aos participantes da pesquisa. A atividade permitiu trabalhar os conceitos de Química, despertar o interesse dos estudantes pelo tema e conscientizar sobre o consumo de bebidas industrializadas.

Palavras-chave: Ensino de Química; Refrigerantes; Experimentação; Contextualização.

Abstract: Soft drinks are a class of beverages primarily composed of carbonated water and sugar, with no nutritional value. This beverage is very present in Brazilian households and is highly appreciated by young people. However, do high school students know about the harmful effects that consuming these drinks can cause? In this regard, an attempt was made to take advantage of the great interest young people have in soft drinks to propose an investigative and contextualized experimental activity for teaching Chemistry. Experimentation and contextualization can be effective methodological strategies to make Chemistry classes more dynamic, which are generally based solely on chalk and blackboard. In this sense, a qualitative case study was conducted, using a questionnaire as the data collection instrument and involving

¹Licenciada em Química, Instituto Federal de Goiás (IFG), campus Luziânia. E-mail: lauanasb@gmail.com

²Doutor em Educação em Ciências, Universidade de Brasília (UnB). Professor da Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí, Brasil. E-mail: cleberson@ufpi.edu.br

³Doutor em Química, Universidade de Brasília (UnB). Professor do Instituto Federal de Goiás (IFG), campus Luziânia, Luziânia, Goiás, Brasil. E-mail: diego.pires@ifg.edu.br

high school students as participants. An investigation into the corrosive power of soft drinks and industrialized juices was carried out through tests measuring the mass loss of carbon steel plates. Subsequently, an investigative experimental activity was proposed, using soft drinks and industrialized juices, for high school students. The experiment consists of investigating the corrosion power of soft drinks and juices, as well as addressing the harmful effects that these industrialized beverages can cause. The activity allowed for the discussion of topics such as acids, bases, pH, and oxidation. The proposed experiment was applied and evaluated by 15 high school students, and it proved to be a suitable alternative for Chemistry classes, being well-received and appreciated by the participants in the study. The activity allowed for the exploration of Chemistry concepts, sparked students' interest in the topic, and raised awareness about the consumption of industrialized beverages.

Keywords: Chemistry Education; Soft Drinks; Experimentation; Contextualization.

1 Introdução

A experimentação pode ser considerada um elemento central no ensino de Ciências, e tem se mostrado cada vez mais relevante para a construção de conhecimentos em Química. A prática experimental pode permitir aos estudantes uma aproximação e uma correlação mais concreta dos conceitos teóricos, mostrando a indissociabilidade entre a teoria e a prática. No entanto, a mera realização de experimentos não garante a efetiva aprendizagem. É fundamental que essas atividades sejam contextualizadas e centradas no aluno, ou seja, relacionadas às situações do cotidiano dos estudantes, tornando o conhecimento químico mais relevante e significativo.

As atividades experimentais investigativas e contextualizadas podem auxiliar o ensino de Química a ser mais atraente e relevante para os estudantes. Ao relacionar os conceitos químicos com situações do cotidiano, é possível despertar o interesse dos alunos, estimular a curiosidade e promover a construção de um conhecimento mais significativo. Além disso, a experimentação pode contribuir para o desenvolvimento de habilidades como a observação, a análise de dados, a formulação de hipóteses e a comunicação científica, que são essenciais para a formação de cidadãos críticos e conscientes.

Nesse sentido, o tema “refrigerantes” pode ser uma boa opção para ser abordado em experimentos de Química, auxiliando a aproximação do conhecimento cotidiano com o conhecimento escolar, por ser um assunto presente na realidade dos alunos do Ensino Médio. Além disso, ainda pode permitir a discussão e a conscientização dos malefícios que o consumo dessa bebida pode causar.

Nesta pesquisa, buscou-se aprofundar a discussão sobre a química dos refrigerantes, os malefícios do consumo e a importância da experimentação contextualizada no ensino de Química. Com isso, este trabalho apresenta o objetivo de

propor e relatar a aplicação de uma atividade experimental investigativa e contextualizada para o Ensino Médio, abordando o tema refrigerantes, e trabalhando os malefícios que o consumo pode trazer.

2. Fundamentação Teórica

A origem dos refrigerantes advém de 1772, quando o químico inglês Joseph Priestley produziu uma espécie de água gaseificada (Conselho Regional de Química – CRQ, 2014), ou seja, água acrescida de dióxido de carbono (CO_2), produzindo ácido carbônico (H_2CO_3), responsável pelo caráter ácido das águas gaseificadas (Ferreira; Hartwing; Oliveira, 2008). Essa água carbonada que, acrescida de açúcar, forma a base principal da composição dos refrigerantes.

Entretanto, de acordo com Lima e Afonso (2009), a primeira indústria desta bebida só veio surgir em 1871 nos Estados Unidos, quase 100 anos após a criação da água gaseificada. No Brasil, o surgimento da primeira indústria da bebida foi em de 1904 (Afrebras, 2015).

Os principais constituintes dos refrigerantes são: água (88% m/m do produto final), açúcar (aproximadamente 11% m/m do produto final, confere o sabor adocicado e encorpa o produto), edulcorantes (confere sabor doce à bebida no lugar do açúcar), acidulantes (regula a doçura do açúcar, realçando o paladar e diminuindo e inibindo a proliferação de microrganismos), conservantes (inibe ou retarda alterações de deterioração, turvação, alterações de sabor e odor da bebida) e dióxido de carbono (realça o paladar e a aparência, e dá a sensação de frescor à bebida) (Lima; Afonso, 2009).

As pessoas que consomem refrigerantes, em geral, devem ficar atentas aos componentes dessa bebida e ao seu consumo excessivo, pois, como cita Carvalho (2005), certos aditivos, se consumidos em excesso, podem ocasionar vários danos à saúde. Além disso, os refrigerantes não contêm nenhum tipo de nutriente, vitamina ou minerais benéficos à saúde (CRQ, 2014).

2.1 Refrigerantes e os Malefícios à Saúde

Podemos notar que os refrigerantes comuns (que não são *light* ou zero) são compostos basicamente por água (88% m/m) e açúcar (11% m/m), totalizando um percentual de 99% do produto, restando apenas 1% para os demais ingredientes.

O açúcar, presente em grandes proporções nos refrigerantes comuns, aumenta o risco de desenvolvimento de diabetes. Conforme os dados de 2012 da Federação Internacional de Diabete (IDF), publicado pela Sociedade Brasileira de Diabetes (SBD, 2015), existem mais 371 milhões de pessoas portadoras de diabetes no mundo. No Brasil, 13,4 milhões de pessoas com idades entre 20 e 79 anos são diabéticas, colocando o Brasil na 4ª posição de países com maior prevalência da doença, atrás apenas da China, Índia e EUA.

Assim, uma única lata de 350 mL de refrigerante pode chegar a conter cerca de 40 g de açúcar. As pessoas que consomem essa bebida, pelo menos uma vez por dia, aumentam em 83% o risco de desenvolver diabete, se comparado com aquelas que consomem apenas uma vez por mês (Carvalho, 2005).

Além disso, ataque cardíaco, acidente vascular cerebral e aumento dos níveis de colesterol podem também estar associados a demasiada quantidade de açúcar presente na bebida. De acordo com Carvalho (2005), o açúcar consumido é transformado em triglicerídeos e em colesterol, esses que, em níveis elevados, aumentam o risco do desenvolvimento de doenças cardíacas.

Com relação à dificuldade de fixação de cálcio nos ossos, esta barreira pode estar relacionada também com o açúcar, que produz uma situação de superacidez (além do próprio refrigerante já ser ácido) que desmineraliza o organismo, e este passa a ter falta de cálcio e outros nutrientes (Puppin, 2006). Um sistema ácido dificulta a absorção de vitaminas e minerais (Cruz Neto, 2016). A cafeína e o ácido fosfórico (presentes geralmente nos refrigerantes do tipo cola) também são um problema, pois raptam o cálcio do organismo, causando perda de massa óssea ou diminuição da densidade mineral óssea (Gruppi, 2009). Além disso, os minerais são o que tornam os alimentos básicos (pH acima de 7), o que pode trazer benefícios para a saúde (Cruz Neto, 2016).

Não só os refrigerantes comuns são prejudiciais à saúde devido à presença do açúcar. Os refrigerantes *light* e zero também são nocivos à saúde, se consumidos em excesso, pois devido à retirada do açúcar, estes são acrescidos de outras substâncias – como o sódio – e a quantidade de tais produtos são geralmente elevadas para suprir a retirada do açúcar. Por isso, nas versões zero e *light* existem altas concentrações de sódio, o que é prejudicial para pessoas hipertensas, além de aumentar o risco de desenvolver essa doença em quem não tem (Oliveira *et al.*, 2011).

Além das substâncias “comuns” presentes nos refrigerantes e que são prejudiciais à saúde, também existem os edulcorantes, utilizados nos refrigerantes na tentativa de

substituir o açúcar. São eles: a sacarina, o ciclamato de sódio, o aspartame e o acesulfame-K. Segundo Carvalho (2005), os edulcorantes são substâncias que substituem o sabor doce nos alimentos industrializados com a intenção de reduzir o valor calórico e produzir alimentos para as pessoas que possuem restrições alimentares.

De acordo com Albuquerque e colaboradores(2012), esses edulcorantes podem causar danos à saúde, principalmente o aspartame, e os corantes presentes nos refrigerantes em geral. Carvalho (2005) afirma que os corantes causam alergias, anemia e são tóxicos aos fetos, podendo causar má formação deles.

Algumas pessoas acreditam que a substituição do refrigerante por um suco industrializado pode ser menos prejudicial à saúde. Porém, esse parece um grande equívoco. Geralmente, esse possível engano ocorre devido à falsa ideia de que por ser suco, mesmo que industrializado, já torna a bebida “melhor” para o consumo do que os refrigerantes, mas não é bem isso que se observa.

Outros fatores que influenciam são as vitaminas e minerais (que devem ser ingeridas de alimentos naturais, que vieram da terra/campo) sendo incorporadas nesses produtos, juntamente com todo o *marketing* produzido em torno deles, que dão a falsa ideia de ser um produto saudável. Porém, esses nutrientes acrescentados nem sempre atendem às necessidades nutricionais de uma dieta saudável e, muitas vezes, esses sucos industrializados são mais calóricos do que os próprios refrigerantes, chegando a conter uma maior quantidade de açúcar.

Dados da pesquisa do Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor (IDEC, 2014) com 31 bebidas à base de fruta, verificou-se haver um excesso de açúcar, corantes e conservantes, além de se observar, em alguns casos, um baixo teor de polpa ou suco da fruta. Além disso, somente o consumo de frutas *in natura* pode proporcionar o aproveitamento total dos nutrientes, pois os processos para a fabricação desses sucos industrializados eliminam fibras e nutrientes, deixando o consumidor com alimentos que em nada contribuem para a saúde (IDEC, 2014).

Outros constituintes dos refrigerantes são os acidulantes, que abaixam o pH da bebida. De acordo com Lima e Afonso (2009), estes fazem com que os refrigerantes possuam um pH ácido, que pode variar entre 2,7 e 3,5. Esse caráter ácido do refrigerante propicia à geração de mitos, não fundamentados cientificamente, sobre a bebida, como, por exemplo, a associação dos refrigerantes de cola com ácidos corrosivos, capazes de corroer restos de alimentos, como, por exemplo, ossos de aves. Além disso, o aumento do pH do corpo pode levar a problemas de absorção de vitaminas e minerais, além de

estar associado também a proliferação de células cancerígenas (Cruz Neto, 2016).

Dessa forma, o fato dos jovens, conseqüentemente alunos do Ensino Médio, serem um dos públicos mais consumidores de refrigerantes, e mais afetados pelos virais da *internet* com tais mitos, permite que experimentos com essa bebida ajudem a aprender os conteúdos químicos de forma contextualizada, além de alertá-los sobre os riscos à saúde que o consumo em excesso pode causar.

Assim, a contextualização de conteúdos e conceitos químicos, como a partir da temática dos refrigerantes, pode aguçar a curiosidade e aumentar o interesse sobre a disciplina de Química, por parte dos alunos, além de proporcionar a relação entre a teoria e a prática, desenvolvendo então um pensamento analítico e crítico teoricamente orientado. (Sartori *et al.*, 2013; Silva; Lacerda, 2023; Zanon; Palharini, 1995).

Essa contextualização pode favorecer, ainda, uma possível educação alimentar, a partir do conhecimento dos malefícios causados pela bebida. Tal fato possibilita o desenvolvimento, no aluno, de uma preocupação com sua alimentação e saúde, através do combate a exageros no consumo de alimentos e bebidas industrializadas ou ultraprocessados.

2.2 Experimentação Investigativa

A Química é uma ciência experimental e as atividades práticas são de extrema importância para a compreensão dessa ciência, e da sua epistemologia. Além disso, as atividades experimentais podem trazer diversos benefícios para as aulas de Química, como: a articulação entre fenômenos e teoria (indissociabilidade entre teoria e prática), permite a constante relação entre o fazer e o pensar, capacidade de generalização, previsão de novos fenômenos, desperta o interesse e a curiosidade e o pensamento crítico nos alunos, dentre outros (Silva; Machado; Tunes, 2019).

Entretanto, as atividades experimentais não devem ser utilizadas com uma visão simplista de apenas comprovar a teoria, na prática (Barbosa; Pires, 2016; Silva; Machado; Tunes, 2019). Essa abordagem tradicional pode agregar pouco ao ensino e não mostrar a concepção da Química. Com isso, as atividades experimentais investigativas surgem como um contraponto para as práticas com abordagens tradicionais e tecnicistas, trazendo o aluno para o protagonismo e estimulando a reflexão e não apenas a reprodução (Barbosa; Pires, 2016).

A estratégia investigativa tenta fugir das práticas nas quais os alunos recebem

roteiros prontos, com o objetivo apenas de reproduzi-los. O aluno deve ter uma participação ativa e crítica. Na experimentação investigativa, o professor atua como guia, conduzindo o processo de forma neutra e incentivando os alunos a trilharem seu próprio caminho do conhecimento (Silva Junior; Pires, 2019; Silva; Machado; Tunes, 2019). Por meio dessa abordagem, os alunos constroem uma compreensão profunda dos fenômenos em estudo, assumindo um papel ativo na investigação e formulando hipóteses, posteriormente testadas (Silva Junior; Pires, 2019; Silva; Machado; Tunes, 2019). Sai a reprodução e entra a reflexão.

Nesse sentido, Soares e Pires (2023) e Silva, Machado e Tunes (2019) trazem algumas características que as atividades devem apresentar para serem caracterizadas como investigativas: (1) direcionada a partir de um problema ou de uma situação-problema, (2) envolve o aluno em formulação e testagem de hipótese, (3) propicia a coleta e o registro de dados, (4) encoraja os alunos a formularem explicações com base nas evidências, (5) comparar as explicações propostas com outras alternativas e (6) proporciona discussão das ideias entre os alunos.

Com isso, as atividades experimentais investigativas, quando trabalhadas com a contextualização, podem ser grandes aliadas ao ensino da Química. E por que não utilizar o tema refrigerante para atividades experimentais e contextualizadas? É inegável o quanto os refrigerantes estão presentes no cotidiano do aluno, e podem ser um elo entre o conhecimento escolar com o conhecimento cotidiano (Silva Junior; Pires, 2019).

3 Percurso Metodológico

Realizou-se uma pesquisa qualitativa, do tipo estudo de caso, utilizada para explorar a fundo um fenômeno específico em seu contexto real, buscando compreender suas complexidades e particularidades (Gil, 2017). A pesquisa qualitativa se concentra em analisar as experiências, perspectivas e interpretações dos participantes. Como instrumentos de coleta de dados, utilizaram-se questionários e diário de bordo registrado pelos autores. Os participantes da pesquisa foram alunos do Ensino Médio. Para a apresentação dos resultados, relativos às questões objetivas, foram tabulados em porcentagens e, para as questões discursivas, realizou-se uma análise interpretativa, em que as respostas foram agrupadas em categorias semelhantes, destacando as que mais se repetiam ou as mais importantes (Gil, 2017).

3.1 Consumo de Refrigerantes por Alunos de Ensino Médio

Foi realizada uma pesquisa com 74 alunos, de forma voluntária, das turmas de 2° e 3° ano do curso técnico de química e edificações integrados ao Ensino Médio de uma instituição federal de ensino, no município de Luziânia–GO, a fim de identificar o consumo, a frequência e a preferência nos sabores dos refrigerantes.

Para isso, foi entregue aos alunos uma ficha (Quadro 1) contendo três questões a serem respondidas de forma rápida e sucinta, sem identificação. Na questão 3, os participantes poderiam citar mais de um sabor consumido, o que poderia gerar várias respostas para um único aluno.

<p>1. Consome refrigerantes? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não</p> <p>2. Caso sim, com qual frequência? <input type="checkbox"/> Diariamente <input type="checkbox"/> Semanalmente <input type="checkbox"/> Quinzenalmente <input type="checkbox"/> Mensalmente</p> <p>3. Caso sim na pergunta 1, qual tipo de refrigerante você consome?</p>
--

Quadro 1: Questionário aplicado aos alunos de Ensino Médio
Fonte: autores (2023).

3.2 Ensaios de Corrosão – Perda de Massa

Para verificar e compreender a corrosão dos refrigerantes, primeiro foi realizada a determinação do pH de 14 amostras, sendo 7 amostras de refrigerantes nos sabores cola, cola *light*, cola zero, guaraná, laranja, uva e limão; 4 amostras de sucos industriais nos sabores de uva, laranja, abacaxi e limão; e 3 amostras de solução de ácido clorídrico (HCl), previamente preparadas, nas concentrações de 0,1 mol.L⁻¹, 0,5 mol.L⁻¹ e 1 mol.L⁻¹. Tanto os refrigerantes, quanto os sucos, são das marcas mais famosas e consumidas. A determinação do pH foi feita eletronicamente utilizando um pHmetro (Ávila Científica, modelo AC-100). As amostras se encontravam a temperatura ambiente (25°C) durante a determinação do pH. Nessa etapa, não houve a participação dos alunos. Realizaram-se os ensaios para embasar a proposição de uma atividade experimental, descrita no próximo tópico.

Em seguida, realizaram-se ensaios de perda de massa de placas de aço-carbono imersas nas soluções das mesmas 14 amostras que se mediu o pH. Todas as amostras se encontravam à temperatura ambiente (25 °C) durante a análise. Para análises de perda de massa, foram lixadas placas de aço-carbono com 1,5 cm de largura por 1,5 cm de

comprimento, para retirar possíveis oxidações. Em seguida, as placas de aço foram imersas nas soluções das 14 amostras. Tal etapa foi realizada em béqueres com 50 mL de amostra.

As placas de aço-carbono lixadas eram inicialmente pesadas em uma balança analítica. Após a pesagem, foram depositadas em béqueres com as amostras, tomando o devido cuidado de vincular a massa da placa com o número do béquer em que essa era depositada. Em continuidade, as placas ficaram imersas nas amostras até serem retiradas após 2, 4, 24, 48 e 72 horas. Após a retirada das placas, elas eram lavadas, secadas e novamente pesadas em uma balança analítica.

3.3 Planejamento e Aplicação de Aula Experimental Contextualizada

Após a conclusão e obtenção dos resultados da pesquisa de campo e dos ensaios laboratoriais, foi preparada uma aula contextualizada e experimental sobre os malefícios e a corrosão dos refrigerantes.

A aula foi ministrada para 15 alunos dos cursos técnicos em química, edificações e mecânica, integrados ao Ensino Médio, de uma instituição federal de ensino, no município de Luziânia-GO. A seleção dos alunos foi dada de forma voluntária e a atividade ocorreu em turno contrário a aula, visto a disponibilidade do professor de Química em relação ao horário. Nem todos os 15 discentes desta etapa participaram também da primeira investigação. A escola disponibilizou outras turmas e apenas o turno contrário para a atividade. Com isso, 3 turmas foram convidadas a participar, em um total de 90 alunos. Entretanto, apenas 15 atuaram na aplicação da atividade. A pesquisa foi realizada no contexto referente a elaboração do trabalho de conclusão de curso da autora principal.

Deu-se início à aula com a utilização de uma atividade de sondagem, para identificar as concepções prévias dos alunos em relação a algumas questões que seriam apresentadas na aula. A atividade não exigia identificação dos alunos, e continha 10 questões, como mostra o Quadro 2.

- | |
|---|
| <p>1. Já ouviu dizer que refrigerantes de cola são corrosivos?
() Sim () Não</p> <p>2. Você acredita que os refrigerantes de cola são corrosivos?
() Sim () Não</p> |
|---|

3. Justifique a resposta anterior.
4. O que é corrosão?
5. Você acredita que refrigerantes de outros sabores possam ser corrosivos?
() Sim () Não
6. Justifique a resposta anterior.
7. E os sucos industrializados, você acredita que eles possam ser corrosivos também?
() Sim () Não
8. Justifique a resposta anterior.
9. Na sua opinião, o que é mais saudável, suco industrializado ou refrigerante? Justifique.

Quadro 2: Questionário aplicado aos alunos antes do início da aula teste, para verificar algumas concepções prévias sobre o tema da aula.

Fonte: autores (2023).

Após os alunos responderem à atividade de sondagem, iniciou-se a aula com o tema “Química e Refrigerantes”, em que foi apresentado o que são os refrigerantes, sua origem, os maiores produtores e consumidores da bebida, os sabores, a diferença entre *diet* e *light*, os ingredientes, fórmulas químicas, os malefícios que o consumo pode trazer para a saúde, tanto dos refrigerantes. Para isso, foi apresentado alguns conceitos de química, como a teoria ácido-base de Arrhenius, escala de pH, o conceito de corrosão e reações de oxirredução.

Em continuidade, foi realizado um experimento demonstrativo-investigativo (Ferreira; Hartwing; Oliveira, 2010) da corrosão de placas de aço-carbono em contato com diferentes amostras de refrigerantes, sucos e ácidos clorídricos (mesmas amostras das análises de perda de massa). A atividade foi planejada e incluiu as seis principais características para ser considerada investigativa: (1) direcionada a partir de uma situação-problema, (2) envolve os alunos para formular hipóteses, (3) coleta e registro de dados, (4) formular explicações a partir dos dados coletados, (5) compara suas explicações com alternativas e (6) oportunidade para discutir os resultados com os colegas (Ferreira; Hartwing; Oliveira, 2010; Soares; Pires, 2023; Silva; Machado; Tunes, 2019). A atividade foi realizada de maneira demonstrativa, devido a ausência do laboratório como espaço físico e a disponibilidade de apenas uma balança.

A atividade começou com a pergunta “refrigerante de cola é corrosivo?”. Em seguida, a proponente convidou dois alunos para auxiliar na preparação e demonstração do experimento para o restante da turma, juntamente com a proponente da atividade. Separou-se 14 placas de aço-carbono, de aproximadamente 1,5 cm X 1,5 cm. Cada placa

foi imersa em uma solução diferente, totalizando 14 soluções, sendo 7 amostras de refrigerantes nos sabores cola, cola light, cola zero, guaraná, laranja, uva e limão; 4 amostras de sucos industriais nos sabores de uva, laranja, abacaxi e limão; e 3 amostras de solução de ácido clorídrico (HCl), previamente preparadas, nas concentrações de 0,1 mol.L⁻¹, 0,5 mol.L⁻¹ e 1 mol.L⁻¹. Os alunos receberam o procedimento experimental de maneira escrita, assim como uma tabela, para anotarem os valores da massa das placas de aço antes da imersão e após a imersão, para cada solução. Os alunos realizaram o registro de maneira individual.

As placas foram pesadas previamente, os valores anotados no quadro, e deixadas imersas nas amostras por 24h. Para a aula, escolheu-se apenas o tempo de 24h, para viabilizar a aplicação com a turma, de pesar em um dia e continuar no outro dia (24h depois), visto a disponibilidade dos alunos para a atividade. No dia seguinte, a aula teve sua continuidade, retirando e secando as placas de aço das amostras, e realizando a pesagem delas. Os resultados foram anotados no quadro e discutido com os alunos. Após o experimento, foram apresentadas as conclusões e as considerações finais da aula, sendo aberto espaço para perguntas e discussões.

4 Resultados e Discussão

4.1 Consumo de Refrigerantes por Alunos de Ensino Médio

Conforme os dados obtidos, dos 74 alunos participantes, 67 consomem refrigerantes (91%) e apenas 7 não consomem (9%). Desses 67, pelo menos 21 alunos (31%) ingerem algum tipo de refrigerante diariamente. Um número maior de consumo ocorre semanalmente, com 43% (29 participantes), seguido de 17% mensalmente (11 participantes) e apenas 9% quinzenalmente (6 participantes).

Referente ao sabor preferido, vários foram citados, sendo que a maioria dos participantes descreveu consumir mais de um sabor. Assim, foi obtido um total de 137 respostas nesta questão (visto que os alunos poderiam indicar mais de uma resposta). Dentre os mais consumidos, se destaca o de sabor cola com 35% (48 participantes), seguido do guaraná com 31% (42 participantes), 5% (7 participantes) não especificaram o sabor, 10% preferem sabor limão ou laranja (14 participantes cada), 6% sabor cítricos (8 alunos) e apenas 3% (4 participantes) preferem o refrigerante de sabor uva. Alguns participantes, 16 deles, além de especificarem seus sabores preferidos, relataram ingerir

“outros” sabores não especificados, assim, foram contabilizados apenas os sabores descritos neste caso. Dos 31% (21 participantes) que consomem refrigerantes diariamente, em 81% (17 participantes) dos casos, o sabor de cola é um dos preferidos.

Com os resultados da pesquisa, podemos perceber o alto consumo dos refrigerantes pelo público mais jovem (91% dos participantes), além de notarmos a grande frequência desse consumo diária e semanalmente (31% e 43% respectivamente). Consumo excessivo que, como já descrito nesse estudo, pode ocasionar inúmeros danos à saúde devido à abundância de aditivos nessa bebida, além da ausência de nutrientes, vitaminas e minerais. Nota-se também a grande preferência dos alunos pelo refrigerante do tipo cola.

Assim, com esse grande consumo, é observada uma necessidade de conscientização entre os jovens sobre os malefícios do consumo das bebidas industrializadas, principalmente os refrigerantes. Como o refrigerante parece constante na rotina dos alunos, por que não o utilizar a favor do ensino em aulas contextualizadas, trazendo essa realidade para a sala de aula? Este fato pode despertar um maior interesse, por parte dos alunos, pelas aulas de Química, tornando esta disciplina mais estimulante e motivadora, podendo formar questionamentos analíticos e críticos nos alunos (Silva; Lacerda, 2023; Zanon; Palharini, 1995).

O tema “refrigerante” pode ser uma boa opção para ligar questões do cotidiano com os conhecimentos científicos vistos na sala de aula. Quando esta ligação (contextualizada) é feita, pode haver uma melhora no desenvolvimento cognitivo do aluno, podendo contribuir também para uma melhora na aprendizagem significativa, e ajudar a despertar o interesse do aluno pelas aulas (Sartori *et al.*, 2013; Silva; Lacerda, 2023). Com isso, a Química dos refrigerantes pode ser uma boa opção para ser trabalhada em sala de aula, vinculando conhecimento científico e fatores de conscientização da saúde. Além disso, o tema refrigerante pode auxiliar o professor a mostrar que a Química está no dia a dia do aluno, mostrando a aplicação e o sentido dessa ciência.

4.2 Ensaio de Corrosão – Perda de Massa

Os resultados para a determinação do pH das amostras de refrigerante, suco e HCl podem ser vistos na Tabela 1, que está ordenada da amostra mais ácida (menor pH) para a amostra menos ácida (maior pH)

Tabela 1: Valores de pH obtidos para amostras de refrigerante, sucos e ácido clorídrico.

Posição	Amostra	pH
1°	Solução de HCl - 1 mol.L ⁻¹	0,60
2°	Solução de HCl - 0,5 mol.L ⁻¹	0,91
3°	Solução de HCl - 0,1 mol.L ⁻¹	1,42
4°	Refrigerante de Cola	2,63
5°	Refrigerante de Cola Zero	2,84
6°	Refrigerante de Cola Light	2,85
7°	Suco de Limão	2,85
8°	Suco de Abacaxi	2,93
9°	Suco de Laranja	2,96
10°	Refrigerante de Limão	2,99
11°	Suco de Uva	3,00
12°	Refrigerante de Guaraná	3,25
13°	Refrigerante de Uva	3,46
14°	Refrigerante de Laranja	3,53

Fonte: autores (2023).

Com os resultados obtidos, podemos observar que os valores de pH estão próximos aos limites descritos na literatura. De acordo com Lima e Afonso (2009), o pH dos refrigerantes pode variar entre 2,7 e 3,5, e como observamos nos resultados do ensaio, estes valores variaram de 2,63 a 3,53. Notou-se o refrigerante mais ácido como sendo o de sabor cola, e o menos ácido o de sabor laranja. Nas amostras de suco, o sabor mais ácido foi o de limão e o menos ácido o de sabor uva. Entretanto, observa-se que os sucos industrializados de limão, abacaxi e laranja são mais ácidos que diversos refrigerantes, como refrigerante de limão, guaraná, uva e laranja (fato que pode ser justificado pelos diferentes acidulantes, conservantes e extratos).

Os valores de pH são importantes na taxa de corrosão, pois de acordo com Gonçalves (2011), a corrosão, a qual é uma deterioração ou desgaste de algum material, sofre influência de algumas variáveis, tanto do material (composição química e estrutura), quanto do meio, pH, composição química e temperatura.

Com os resultados dos ensaios de perda de massa de placas de aço-carbono imersas por diferentes períodos em 14 amostras, foi possível construir a Tabela 2, ordenada da amostra mais corrosiva para a menos corrosiva.

Tabela 2: Porcentagem de perda de massa das placas de aço-carbono em contato com diferentes amostras em tempos variados (R = refrigerante e S = suco).

Amostras	2h	4h	24h	48h	72h
HCl - 1 mol.L ⁻¹	0,43%	0,66%	6,41%	11,07%	26,15%
HCl - 0,5 mol.L ⁻¹	0,15%	0,20%	2,49%	4,71%	12,62%
HCl - 0,1 mol.L ⁻¹	0,09%	0,13%	0,51%	1,38%	3,84%
R. Guaraná	0,07%	0,08%	0,34%	0,37%	0,42%
R. Limão	0,09%	0,12%	0,18%	0,30%	0,39%
S. Laranja	0,06%	0,08%	0,19%	0,26%	0,35%

R. Cola	0,04%	0,08%	0,22%	0,28%	0,35%
R. Laranja	0,01%	0,07%	0,20%	0,28%	0,34%
S. Limão	0,03%	0,10%	0,21%	0,23%	0,33%
R. Cola Zero	0,04%	0,05%	0,16%	0,26%	0,30%
R. Uva	0,05%	0,08%	0,24%	0,28%	0,29%
S. Abacaxi	0,06%	0,07%	0,18%	0,21%	0,28%
S. Uva	0,06%	0,08%	0,11%	0,22%	0,23%
R. Cola <i>Light</i>	0,05%	0,12%	0,13%	0,20%	0,15%

Fonte: autores (2023).

Nota-se que, dentre todas as amostras, as substâncias que mais corroeram as placas foram os ácidos clorídricos nas três concentrações. No caso dos refrigerantes, o mais corrosivo, ao final do ensaio, foi o refrigerante de sabor guaraná, seguido pelo de limão, cola, laranja, cola zero, uva e cola *light*. Observa-se então que, as amostras mais ácidas de refrigerante, ou seja, com o menor pH, não foram as mais corrosivas, diferente do observado para as amostras de HCl. Esse fato pode ser explicado pelos diversos componentes presentes tanto nos refrigerantes, como nos sucos, como acidulantes, açúcar, edulcorantes, concentrados (responsável pelo sabor) etc., que podem causar grandes variações químicas no meio, podendo não tornar o pH como o único responsável pelo fator corrosão (Gonçalves, 2011).

Entre os refrigerantes, o de cola, que apesar de possuir um menor pH e ser o mais ácido, ficou em 3º lugar na escala de mais corrosivo. O refrigerante de guaraná, o qual foi o mais corrosivo, ficou entre os menos ácidos. Observa-se ainda que, assim como nos refrigerantes, o suco mais ácido não foi o mais corrosivo. O suco de limão foi classificado como mais ácido, seguido do suco de abacaxi, laranja e uva. Porém, o suco mais corrosivo, após o final do experimento, foi o de laranja, seguido do de limão, abacaxi e uva.

Comparando sucos e refrigerantes do mesmo sabor, nota-se que nas amostras de limão, o suco apresentou uma maior acidez, porém o refrigerante é que foi a amostra mais corrosiva, o que também aconteceu nas amostras de uva. Já no caso das amostras de laranja, o suco além de também apresentar maior acidez, como aconteceu nas amostras de limão e uva, foi à amostra mais corrosiva.

Além disso, foi possível desmistificar que apenas o refrigerante do tipo cola apresenta “alto poder corrosivo”, conforme mitos populares. Todos os refrigerantes e sucos apresentaram um efeito de corrosão, e com valores próximos entre si, sendo esses distantes do poder de corrosão final observado para o ácido clorídrico propriamente dito. Assim, pode-se concluir que os refrigerantes de cola apresentam, de fato, uma característica corrosiva, mas todos os sabores mais comuns de refrigerantes e sucos

industrializados também apresentam tal característica. Apesar disso, as proporções das corrosões finais de tais bebidas não podem ser comparadas à atuação final dos ácidos isolados, não sendo possível corroer materiais (como ossos) instantaneamente ou em curtos períodos.

4.3 Desenvolvimento da Aula Experimental e Contextualizada

Conforme os dados obtidos por meio da atividade de sondagem, todos os 15 alunos participantes já tinham ouvido dizer que refrigerantes de cola são corrosivos e todos também afirmaram acreditar que esse refrigerante é corrosivo, mostrando o quanto a ideia de corrosão está associada a este refrigerante.

Para justificar o fato de acreditarem que os refrigerantes de cola sejam corrosivos, apenas um estudante não justificou sua resposta. Os alunos utilizaram diversas justificativas, dentre as principais, podemos destacar:

“ouviu dizer por meio de outras pessoas” (aluno 2);

“por causa das substâncias presentes nesse refrigerante” (aluno 3);

“por que os refrigerantes podem ser utilizados para desentupir pia” (aluno 11);

“devido a acidez/pH dessa bebida” (aluno 7).

Assim, apesar de todos os alunos acreditam na corrosão do refrigerante de cola, a maioria não soube explicar de forma científica o porquê desse caráter corrosivo da bebida. Eles utilizam como base um vídeo da internet ou o que as outras pessoas dizem. Ainda assim, alguns alunos tentaram justificar essa característica corrosiva por meio de conceitos químicos, como observamos nas seguintes respostas:

“possui um pH que permite a corrosão, como já vistos em vídeos de refrigerante de cola corroendo ossos” (aluno 1);

“acredito que o refrigerante de cola seja de fato corrosivo, pois, se não estou enganado, há em sua composição uma substância chamada ácido fosfórico, H_3PO_4 ” (aluno 10);

“por causa das substâncias presentes” (aluno 5);

“por causa da sua alta acidez” (aluno 6).

Observando as respostas para a questão 4 (o que é corrosão?), diversas respostas foram obtidas, além de dois alunos assumirem não saber o que é corrosão e dois deixarem a questão em branco. Observa-se que os alunos tentaram explicar a corrosão utilizando, na maioria das vezes, palavras do tipo desgaste, deterioração, degradação, perda de massa

etc. Isso pode ser compreendido em respostas do tipo:

“desgaste físico e material diminuindo sua massa” (aluno 7);

“é um processo de degradação” (aluno 10);

“é o processo de deterioração que um elemento tem sobre outro” (aluno 12).

Quando os alunos foram questionados se acreditavam que outros refrigerantes poderiam ser corrosivos, além do refrigerante de cola (questão 5), 87% afirmaram que sim e 13% afirmaram que não. Foi entendido que o vínculo da corrosão não é associado apenas ao refrigerante do tipo cola, fato que foi corretamente correlacionado pelos alunos.

Os alunos que não acreditavam que outros refrigerantes pudessem ser corrosivos justificaram da seguinte maneira: “nunca ouvi dizer nada a respeito” (aluno 8) e “porque não tem uma quantidade de ácido tão grande” (aluno 10). Compreendeu-se que os alunos não conseguiram explicar cientificamente a justificativa para outros refrigerantes não serem corrosivos como o de cola.

Já os alunos que afirmaram que os outros refrigerantes podem ser corrosivos, a maioria justificou suas respostas por acreditar que os refrigerantes, no geral, possuem ingredientes e substâncias em comum. Observa-se isso nas seguintes respostas:

“pois possuem ácidos em comum com o refrigerante de cola” (aluno 6);

“sim, as mesmas substâncias presentes no refrigerante de cola” (aluno 3);

“acho que os refrigerantes em geral devem ter alguma matéria prima em comum” (aluno 1).

Novamente não foi apresentada uma justificativa científica para tal fato, fora a quantidade de respostas com erros conceituais. Observa-se uma ausência de explicações científicas para fenômenos conhecidos pelos alunos.

Na questão 7, em que os alunos são questionados se acreditam que sucos industrializados possam ser também corrosivos, houve uma grande divisão comparada as questões anteriores. 57% dos alunos afirmaram que não e 43% dos alunos afirmaram que sim. Dos alunos que não acreditam que os sucos industrializados sejam corrosivos, um não soube responder o motivo e outro não justificou sua resposta. Os demais afirmaram que não acreditam que os sucos industrializados sejam corrosivos por não possuírem substâncias corrosivas, baixo pH ou por nunca ouvirem falar algo a respeito. Esse fato ajuda a justificar a importância da Química para compreender e analisar fenômenos do cotidiano, inclusive em assuntos relacionados à saúde (Carvalho, 2005). É notado a

comum ideia nesses alunos de que os sucos, mesmos industrializados, não são tão prejudiciais à saúde como os refrigerantes, desvinculando a ideia de que este tipo de bebida não é corrosiva e não apresenta pH tão ácido (características, pelos alunos, como ruins). Além disso, é novamente observado que a ideia dos alunos é baseada no fato de já terem ouvido falar sobre o assunto. Novamente, as ideias populares se sobressaem sobre o conhecimento científico. Dos alunos que acreditam que os sucos industrializados sejam também corrosivos, dois não souberam responder o motivo, já os demais, afirmaram que estes possuem ácidos/substâncias iguais aos refrigerantes.

Na questão 9, que perguntava qual bebida é mais saudável, refrigerante ou suco industrializado, a maioria dos alunos, 46%, afirmaram que nenhuma das bebidas é saudável, 33% acreditam que os sucos são mais saudáveis, 7% afirmaram que o refrigerante é mais saudável, outros 7% assumiram não saber e mais 7% acreditam que depende da formulação. Dos alunos que afirmaram que nenhuma das bebidas são saudáveis, a maioria não justificou sua resposta, apenas informando que os dois são ruins, quase iguais em formulação e trazem os mesmos malefícios à saúde. Os componentes iguais, presentes nas duas classes de bebidas, que podem trazer inúmeros problemas de saúde, corroboram com os dizeres de Carvalho (2005), e nesse sentido, os alunos conseguiram perceber essa semelhança “ruim” para as duas bebidas.

Os que disseram que os sucos industrializados são mais saudáveis que os refrigerantes justificaram por acreditar que estes possuem menos açúcar, menos substâncias químicas prejudiciais à saúde e vitaminas. Verifica-se que a falta de informação, com o mito de que os sucos industrializados são mais saudáveis que refrigerantes, levam os alunos a informações erradas, e que podem acabar sendo prejudiciais a sua saúde (tanto quanto os refrigerantes). E nesse sentido, Carvalho (2005) trás esse alerta e essa preocupação.

O único aluno que respondeu que os refrigerantes são mais saudáveis que os sucos industrializados, se baseou em um programa televisivo, como pode ser observado: “acho que o refrigerante prejudica menos, vi isso em algum programa de TV, deve estar errado!”. É evidenciado o quanto a mídia pode passar informações erradas e preocupantes a sociedade, fazendo até acreditar que um refrigerante seja mais saudável. Informações, completamente desvinculadas de conhecimentos científicos.

Com a aula contextualizada, foi possível esclarecer as questões que os alunos não souberam explicar com exatidão, além de abordar diferentes conteúdos de Química, como a teoria ácido-base de Arrhenius, escala de pH, conceito de corrosão e reações de

oxirredução. Os alunos ainda conseguiram perceber a química por trás da formulação dos refrigerantes e como essa formulação pode influenciar negativamente no organismo humano, causando inúmeros malefícios, se consumidos excessivamente.

Observou-se um grande interesse e entusiasmo dos alunos pelo tema “Refrigerante”. Eles tiveram participação ativa e realizaram várias perguntas ao longo da atividade. Esse fato mostra que, quando trazemos temas do cotidiano dos alunos para dentro da aula, eles demonstram maior interesse, maior motivação e maior participação, o que pode contribuir para uma melhora no processo de ensino-aprendizagem (Sartori et al., 2013; Zanon; Palharini, 1995). Além disso, vale destacar o quanto a Química é importante para o aluno poder participar na sociedade e criar um pensamento crítico, e não apenas receber informações prontas, sem bases científicas. E essa deveria ser a função de toda a Educação, de formar cidadãos críticos e participativos.

A apresentação dos resultados das análises de determinação do pH e da corrosão das placas de aço-carbono, juntamente com o experimento realizado, proporcionou a desmistificação de que apenas os refrigerantes de cola são ácidos e corrosivos. O que muitas vezes é assimilado pelos alunos de forma empírica, mediante falas de outras pessoas, notícias e vídeos sensacionalistas, sem conhecimento científico vinculado. Entendeu-se que um experimento, mesmo simples, com materiais de baixo custo, e sem precisar de um laboratório, podem trazer inúmeros benefícios para o ensino (Ferreira; Hartwing; Oliveira, 2010; Gonçalves; Marques, 2006; Guimarães, 2009).

Além disso, observou-se também que os alunos demonstravam grande interesse e curiosidade em relação à atividade experimental proposta. Todos os alunos participaram ativamente da atividade, realizando as medições e solucionando dúvidas. Observou-se uma grande interação entre os alunos ao longo da atividade. O interesse do aluno pode estar diretamente relacionado a uma aprendizagem tangencial, e nesse sentido, o experimento pode ser um grande aliado do professor (Leite, 2016). Além disso, a contextualização também pode ser um importante fator para despertar o interesse pelas aulas de Química (Silva; Lacerda, 2023).

A atividade experimental realizada foi de baixo custo e não precisou ser realizada em um laboratório (exigiu apenas uma balança), permitindo a sua reprodução em escolas com pouco recurso, ou mesmo sem um laboratório. As atividades experimentais podem trazer inúmeros benefícios ao ensino, como dinamizar as aulas, tornando-as menos maçantes e monótonas, motivar os alunos, facilitar o aprendizado, desenvolvimento de um pensamento crítico e analítico, melhorar a interação aluno/aluno e professor/aluno,

dentre outros (Ferreira; Hartwing; Oliveira, 2010; Gonçalves; Marques, 2006; Guimarães, 2009). Estes benefícios foram notados com a atividade experimental realizada com os alunos, mostrando que, mesmo com um experimento simples, quando bem orientado, pode ser de grande importância para o ensino.

Vale ressaltar que a atividade experimental foi abordada de uma forma investigativa. As atividades experimentais podem trazer grandes benefícios para o ensino quando realizadas de maneira investigativa, valorizando a participação ativa dos alunos (Ferreira; Hartwing; Oliveira, 2010; Gonçalves; Marques, 2006; Guimarães, 2009). A simples reprodução de um experimento para comprovar na prática a teoria, pode ser extremamente pobre educacionalmente. As atividades investigativas devem ser: (1) direcionadas a partir de uma situação-problema, (2) envolver os alunos para formular hipóteses, (3) coleta e registro de dados, (4) formular explicações a partir dos dados coletados, (5) comparar suas explicações com outras alternativas e (6) oportunidade para discutir os resultados com os colegas (Ferreira; Hartwing; Oliveira, 2010). A atividade proposta abrangeu as seis etapas citadas, permitindo um grande acolhimento dos alunos, com uma participação ativa e crítica.

4 Considerações Finais

Com as comparações nutricionais entre refrigerantes e sucos industrializados, foi possível despertar nos alunos a compreensão de que algumas bebidas, como os sucos industrializados, não são melhores que os refrigerantes, ao possuírem diversos ingredientes iguais, além de possuírem, às vezes, mais calorias, sódio e açúcar, chegando a causar mais malefícios à saúde. Compreende-se uma grande urgência de levar informações sobre os malefícios que o consumo em excesso dessa causa à saúde dos jovens, visto o consumo excessivo entre eles. Além disso, a Química pode ser um ótimo instrumento para fazer a aproximação do conhecimento escolar com o cotidiano, e o tema refrigerantes pode fazer muito bem esse elo.

Percebeu-se que o assunto refrigerante pode ser uma boa opção para uma aula contextualizada e experimental, por ser uma bebida presente no cotidiano dos alunos. Esse tópico conseguiu despertar grande interesse dos alunos durante a aula, além de mostrar ser viável a sua utilização em aulas de ensino médio e desmistificar muitos temas presentes entre os adolescentes. Além disso, experimentos simples e de fácil execução, como o apresentado, podem auxiliar a tornar as aulas de Química mais interessantes e

dinâmicas.

Referências

- AFREBRAS, Associação dos Fabricantes de Refrigerantes do Brasil. **Refrigerante**, 2015. Disponível em: <<http://afrebras.org.br/>>. Acesso em: 10 out. 2023.
- ALBUQUERQUE, M. V.; SANTOS, S. A.; CERQUEIRA, N. T. V.; SILVA, J. A. Educação alimentar: uma proposta de redução do consumo de aditivos alimentares. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 2, p. 51-57, 2012.
- BARBOSA, L. S.; PIRES, D. A. T. A Importância da Experimentação e da Contextualização no Ensino de Ciências e no Ensino de Química. **Revista Técnica e Tecnológica Ciência, Tecnologia e Sociedade**, v. 2, n. 1. p. 1-11, 2016.
- CARVALHO, P. R. Aditivos dos alimentos. **Logos**, v. 12, n. 1, p. 57-69, 2005.
- CRQ, Conselho Regional de Química. **A química do refrigerante**, 2014. Disponível em: <<http://www.crq4.org.br/>>. Acesso em: 12 out. 2023.
- CRUZ NETO, B. F. Benefícios da Água com pH Alcalino: Saúde ou doença, você decide. **Revista E.T.C. Educação, Tecnologia e Cultura**, v. 1, n. 14, p. 1-2, 2016.
- FERREIRA, L. H.; HARTWING, D. R.; OLIVEIRA, R. C. Variação de pH em água mineral gaseificada. **Química Nova na Escola**, v. 30, n. 1, p. 70-72, 2008.
- FERREIRA, L. H.; HARTWING, D. R.; OLIVEIRA, R. C. Ensino Experimental de Química: Uma Abordagem Investigativa Contextualizada. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 2, p. 101-106, 2010.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2017.
- GONÇALVES, F. A.; MARQUES, C. A. Contribuições Pedagógicas e Epistemológicas em textos de Experimentação no Ensino De Química. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 2, p. 219-238, 2006.
- GONÇALVES, G. A. S. **Estudo comparativo da resistência à corrosão dos aços inoxidáveis AISI 304 e 444 em soluções detergentes e sanitizantes da indústria de refrigerantes**. 2011. 100 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.
- GUIMARÃES, C. C. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Ruma à Aprendizagem Significativa. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.
- GRUPPI, D. **Consumo de refrigerante em excesso faz mal à saúde**, 2009. Disponível em: <<http://www.acesa.com/saude/arquivo/alimentacao/2009/05/07-refrigerantes/>>. Acesso em: 12 out. 2016.
- IDEC, Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor. **Fruta de menos**, 2014. Disponível em: <http://www.idec.org.br/uploads/revistas_materias/pdfs/184-capa-suco1.pdf>. Acesso em: 20 out. 2023.

LEITE, B. S. Aprendizagem tangencial no processo de ensino e aprendizagem de conceitos científicos: um estudo de caso. **Novas Tecnologias na Educação**, v. 14, n. 2, p. 1-10, 2016.

LIMA, A. C. S.; AFONSO, J. C. A química do refrigerante. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, p. 210-215, 2009.

OLIVEIRA, A. C. S.; SANTOS, E. P.; SILVA, M. S.; VIEIRA, T. P. R.; SILVA, S. M.; PEIXOTO, J. C. O impacto do consumo de refrigerantes na saúde de escolares do colégio Gissoni. **Revista Eletrônica Novo Enfoque**, v. 12, n. 12, p. 68-79, 2011.

PUPPIN, S. **O livro negro do açúcar** – Algumas verdades sobre a indústria da doença. Rio de Janeiro: Auto edição, 2006.

SARTORI, E. R.; SANTOS, V. B.; TRENCH, A. B.; FILHO, O. F. Construção de uma célula eletrolítica para o ensino de eletrólise a partir de materiais de baixo custo. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 2, p. 107-111, 2013.

SILVA, D. C.; LACERDA, N. O. S. Educação CTSA e os Combustíveis: Um Estudo Sobre o Etanol com Estudantes da Educação Básica. **Revista Brasileira em Educação em Ciências e Educação Matemática**, v. 7, n. 2, p. 134-157, 2023.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. In: Experimentar sem medo de errar. SANTOS, W. L.; MALDANER, O. A; MACHADO, P. F. L. **Ensino de Química em foco**. 2 ed. Ijuí: Unijuí, 2019.

SILVA JUNIOR, W. A.; PIRES, D. A. T. A química dos refrigerantes em uma abordagem experimental e contextualizada para o ensino médio. **Scientia Plena**, v. 15, n. 3, p. 1-3, 2019.

SOARES, J. T.; PIRES, D. A. T. Usando a Química para lavar dinheiro: proposta e aplicação de atividade experimental investigativa. **Educação Química em Ponto de Vista**, v. 7, n. 1, p. 152-166, 2023.

SBD, Sociedade Brasileira de Diabetes. **Tipos de diabetes**, 2015. Disponível em: <<http://www.casadamaite.com/node/5483>>. Acesso em: 26 out. 2016.

ZANON, L. B.; PALHARINI, E. M. A Química no Ensino Fundamental de Ciências. **Química Nova na Escola**, n. 2, p. 15-18, 1995.

Recebido em: 01 de setembro de 2023

Aceito em: 21 de outubro de 2024