



DA TEORIA À SOBREMESA: EXPLORANDO A QUÍMICA DO PONTO DE CONGELAMENTO NA PRODUÇÃO DE SORVETE DE LARANJA

From Theory to Dessert: Orange Ice Cream Production Exploring the Chemistry of
Freezing Point Depression

Iwine Joyce Barbosa de Sá Hungaro Faria

<https://orcid.org/0009-0005-7596-4052>

Emef Professora Isaura De Carvalho Coelho, Santo Antônio de Posse - SP, Brasil.

Contato: iwinehungaro@gmail.com

Raphael Salles Ferreira Silva

<https://orcid.org/0000-0002-9590-6387>

Colégio Militar do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

Contato: silvaferreirasallesraphael@gmail.com

Marcus Vinícius Hungaro Faria

<https://orcid.org/0009-0004-6861-572X>

Colégio Militar do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

Contato: marcus.hungaro@gmail.com

Marcelo de Souza Fortes

<https://orcid.org/0009-0007-0582-0197>

Colégio Militar do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

Contato: majorfortes2021@gmail.com

Resumo: Este estudo abordou a importância da experimentação prática no ensino das Propriedades Coligativas, com foco na Crioscopia, utilizando o processo de fabricação de sorvete de laranja como atividade didática. Através da adição de sal ao gelo, os alunos puderam vivenciar na prática o efeito crioscópico, compreendendo como a redução da temperatura de fusão permite a formação do sorvete. O experimento foi conduzido com materiais de baixo custo e fácil acesso, viabilizando sua realização em sala de aula. Os resultados obtidos a partir de um questionário investigativo revelaram que a prática foi bem

recebida pelos alunos, despertando interesse, curiosidade e promovendo uma experiência de aprendizado positiva. A maioria dos alunos avaliou a atividade como excelente e afirmou que contribuiu para seu interesse em Química. Conclui-se, portanto, que a experimentação prática, aliada à contextualização dos conteúdos, pode ser uma estratégia eficaz para o ensino das propriedades coligativas, proporcionando uma aprendizagem mais significativa e estimulando o interesse dos alunos pela disciplina.

Palavras-chave: Experimentação prática; Propriedades Coligativas; Crioscopia; Ensino de Química; Aprendizagem significativa.

Abstract: This study addressed the importance of practical experimentation in teaching Colligative Properties, focusing on Cryoscopy, using the process of making orange ice cream as a didactic activity. Through the addition of salt to ice, students were able to experience in practice the cryoscopic effect, understanding how the reduction in melting temperature allows for the formation of ice cream. The experiment was conducted with low-cost and easily accessible materials, making it feasible to be carried out in the classroom. The results obtained from an investigative questionnaire revealed that the practice was well received by the students, sparking interest, curiosity, and promoting a positive learning experience. The majority of students rated the activity as excellent and stated that it contributed to their interest in Chemistry. It is concluded, therefore, that practical experimentation, combined with the contextualization of content, can be an effective strategy for teaching colligative properties, providing a more meaningful learning experience and stimulating students' interest in the subject.

Keywords: Practical experimentation; Colligative Properties; Cryoscopy; Chemistry Education; Meaningful learning.

Introdução

No âmbito da educação científica, as experiências práticas são poderosos catalisadores para cultivar a curiosidade, aprofundar o entendimento e promover a aprendizagem ao longo da vida (Corrêa; Braguini, 2016). Dentro desse contexto, a prática de produzir sorvete de laranja através do emprego de uma Propriedade Coligativa, em particular a Crioscopia, se destaca como um experimento cativante e enriquecedor realizado no Clube de Química do Colégio Militar do Rio de Janeiro, para alunos do Ensino Médio no contraturno. Este artigo explora o significado pedagógico desse aprendizado experimental no domínio da Educação Básica.

O experimento aborda o princípio fundamental do abaixamento do ponto de congelamento, um conceito central na química-física, oferecendo aos alunos uma manifestação tangível do conhecimento teórico (Brown; Lemay; Bursten, 2005). Ao utilizar materiais facilmente disponíveis, como latas de refrigerante, leite condensado, gelo e sal, esse experimento proporciona uma exploração imersiva do fenômeno resultante da introdução de um soluto não volátil em um solvente, com suas conseqüentes modificações

de propriedades físicas. A associação desses ingredientes culmina na criação de uma sobremesa deliciosa, aproximando assim a teoria da prática de forma palatável (Favaro *et al.*, 2012).

Além de suas implicações científicas, essa experiência destaca o papel fundamental da regulação da temperatura e do controle de variáveis em processos químicos. Através do monitoramento da temperatura, os alunos testemunham em primeira mão o efeito transformador da adição de sal no ponto de congelamento do gelo. A presença do gás carbônico (CO₂) no refrigerante, combinado ao resfriamento intenso, leva à formação de um sorvete de laranja cremoso. O gás carbônico dissolvido ajuda a criar uma textura leve e aerada, além de diminuir ligeiramente o ponto de congelamento, semelhante ao efeito de outros solutos. O resfriamento intenso impede a formação de grandes cristais de gelo, resultando em cristais menores e mais uniformes que contribuem para uma textura suave. Além disso, os açúcares e outros componentes do refrigerante aumentam a viscosidade e abaixam o ponto de congelamento, ajudando a criar uma textura cremosa e uniforme. Esse experimento não apenas elucida princípios científicos, mas também instila nos alunos um senso de admiração e engajamento no assunto.

Ademais, essa prática atende a um requisito pouco visto nos conteúdos programáticos de Química nas escolas: a inserção no mundo da Química Alimentícia. Ao apresentar os alunos ao processo de produção de sorvete, o experimento instiga a curiosidade sobre os aspectos químicos envolvidos na indústria de alimentos, potencialmente despertando o interesse em áreas como a Engenharia de Alimentos, Gastronomia, Ciência e Tecnologia de Alimentos, Nutrição e Bioquímica (Gomes *et al.*, 2014). Esses cursos oferecem uma gama diversificada de oportunidades e aplicabilidades, reforçando a importância da Química no contexto alimentar e industrial. Além do sorvete, outros exemplos que podem ser explorados incluem a fermentação na produção de pães e bebidas alcoólicas, a caramelização e a reação de Maillard na culinária, e a emulsificação em molhos e maionese. Esses exemplos práticos não apenas tornam o aprendizado mais relevante e engajador, mas também mostram a aplicação direta da Química no dia a dia, ampliando as perspectivas dos estudantes sobre as carreiras possíveis dentro das ciências dos alimentos.

Por fim, é importante salientar que o estudo das Propriedades Coligativas é desafiador para muitos alunos, mas o experimento do sorvete de laranja oferece uma abordagem prática e sensorial que facilita a compreensão desses conceitos (Rocha; Vasconcelos, 2016). A gratificação de saborear o sorvete serve como um incentivo adicional, envolvendo os alunos de forma ativa em sua própria aprendizagem, promovendo um ambiente cognitivo holístico, que equilibra o envolvimento sensorial com a aquisição de conhecimento científico de forma lúdica, em consonância com a necessidade de inovar a metodologia do ensino de Química.

Este trabalho propôs uma abordagem prática e sensorial para o estudo das Propriedades Coligativas, em particular, a Crioscopia, explorando o conceito do

abaixamento do ponto de congelamento. Esta metodologia está alinhada com várias competências e habilidades da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que orienta o currículo da educação básica no Brasil. Entre as competências gerais da BNCC, destacam-se: Competência 2 (C2), que incentiva a curiosidade intelectual e a abordagem científica e Competência 4 (C4), que promove a utilização de diferentes linguagens para expressar e partilhar conhecimentos. Além disso, a proposta está alinhada com a Habilidade (HQ27), que associa o conhecimento químico aos recursos tecnológicos e ao cotidiano. A utilização do experimento do sorvete de laranja não só facilita a compreensão das Propriedades Coligativas, mas também melhora a qualidade do ensino e aprendizagem, ao engajar os alunos de maneira prática e sensorial, alinhando-se aos objetivos da BNCC (Brasil, 2018).

Referencial Teórico

Efeito Crioscópico

Os autores deste trabalho basearam-se nas obras *Princípios de Química - Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente* de Peter Atkins, 7ª edição, volume único, e *Química Geral* de John B. Russell, 2ª edição, volume 1, como referências fundamentais para escrever sobre o Efeito Crioscópico e outros fenômenos relacionados às Propriedades Coligativas. Atkins oferece uma abordagem sólida em termodinâmica e fornece exemplos e problemas que ilustram a aplicação desses conceitos em diversas situações químicas e físicas. Da mesma forma, Russell contribui com uma compreensão abrangente dos princípios básicos da Química, proporcionando um embasamento teórico robusto e acessível. Essas obras foram essenciais para a fundamentação teórica deste trabalho, enriquecendo a discussão com explicações detalhadas e exemplos práticos.

O efeito crioscópico é uma manifestação das propriedades coligativas das soluções, que são propriedades dependentes do número de partículas de soluto presentes em uma solução e não da identidade química dessas partículas. Especificamente, o efeito crioscópico se refere à diminuição do ponto de congelamento de um solvente devido à adição de um soluto não volátil. Para compreender esse fenômeno de maneira mais profunda, vamos explorar os princípios termodinâmicos e moleculares que o governam.

PRINCÍPIOS TERMODINÂMICOS

O ponto de congelamento de uma substância é a temperatura na qual as fases líquida e sólida coexistem em equilíbrio. Quando um soluto é dissolvido em um solvente, ele perturba esse equilíbrio. De acordo com a termodinâmica, a presença de partículas de soluto na solução diminui a energia livre do solvente, o que significa que o ponto de congelamento do solvente é reduzido. Este efeito é descrito pela seguinte equação:

$\Delta T_f = K_f \cdot m$, onde:

- ΔT_f é a diminuição do ponto de congelamento,
- K_f é a constante crioscópica do solvente (uma constante que depende do solvente específico),
- m é a molalidade da solução (número de moles de soluto por quilograma de solvente).

INTERFERÊNCIA NO PROCESSO DE SOLIDIFICAÇÃO

Quando um soluto é adicionado a um solvente, as moléculas de soluto interferem com a formação da rede cristalina do solvente. Em um solvente puro, as moléculas podem se organizar facilmente em uma estrutura ordenada à medida que a temperatura cai, formando um sólido. No entanto, a presença de partículas de soluto cria desordem e perturbações que dificultam essa organização.

Para entender isso em nível molecular:

- Energia Livre de Gibbs:** O ponto de congelamento é a temperatura na qual a energia livre de Gibbs (G) da fase líquida é igual à da fase sólida. Quando um soluto está presente, ele aumenta a entropia (S) do sistema, porque as partículas de soluto introduzem mais desordem. Como $G = H - T.S$ (onde H é a entalpia e T é a temperatura), um aumento na entropia significa que a energia livre de Gibbs da fase líquida se torna menor do que a da fase sólida a uma temperatura mais baixa. Isso desloca o equilíbrio para uma temperatura de congelamento mais baixa.
- Pressão de Vapor:** O soluto também diminui a pressão de vapor do solvente. Em um solvente puro, as moléculas evaporam e condensam em equilíbrio. A presença de um soluto reduz a quantidade de moléculas de solvente na superfície, diminuindo a pressão de vapor. Como o ponto de congelamento é o ponto em que a pressão de vapor do líquido e do sólido são iguais, a redução na pressão de vapor do líquido significa que o sólido terá que se formar a uma temperatura mais baixa para atingir o equilíbrio.

DISSOCIAÇÃO E MULTIPLICIDADE DE PARTÍCULAS

A magnitude do efeito crioscópico também depende do número de partículas de soluto. Solutos iônicos, como o cloreto de sódio (NaCl), dissociam-se em íons quando dissolvidos em água, aumentando o número total de partículas em solução. Por exemplo, NaCl dissocia-se em dois íons (Na^+ e Cl^-), enquanto um soluto não iônico como a glicose ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) não se dissocia. Como resultado, a molalidade efetiva de partículas em solução é maior para solutos iônicos, intensificando o efeito crioscópico.

EXEMPLIFICAÇÃO COM CLORETO DE SÓDIO

Ao adicionar sal (NaCl) ao gelo, o NaCl se dissocia em íons Na^+ e Cl^- . Esses íons interferem na estrutura do gelo, impedindo a formação de uma rede cristalina estável e, conseqüentemente, diminuindo a temperatura na qual o gelo pode se formar. Essa perturbação é eficaz em quebrar a estrutura de gelo que já está se formando, resultando em uma mistura de gelo e salmoura que permanece líquida a temperaturas muito mais baixas do que o ponto de congelamento da água quimicamente pura.

APLICAÇÕES PRÁTICAS

Além da produção de sorvete, esse princípio é utilizado na prática para derreter gelo em estradas durante o inverno, onde o sal é espalhado sobre a neve para baixar seu ponto de fusão, evitando a formação de gelo. Também é usado para resfriar rapidamente bebidas ao misturar gelo e sal, criando uma salmoura muito gelada que pode resfriar itens mais rapidamente do que o gelo sozinho.

Ensino de Propriedades Coligativas

Quando abordamos o ensino das Propriedades Coligativas, especialmente a Crioscopia, nos deparamos com uma escassez notável de experimentos e atividades práticas direcionadas ao Ensino Médio (Barros e Magalhães, 2013). Essa lacuna revela uma oportunidade crucial de explorar abordagens pedagógicas inovadoras que permitam aos alunos não apenas entenderem os conceitos teóricos, mas também aplicá-los de forma prática e contextualizada em suas vidas cotidianas.

Ao proporcionar experiências práticas, como a realização de experimentos envolvendo o abaixamento do ponto de congelamento, os estudantes não só têm a oportunidade de visualizar os princípios das Propriedades Coligativas em ação, mas também são desafiados a analisar e interpretar os resultados obtidos. Essas atividades práticas não apenas facilitam a compreensão dos conceitos, mas também estimulam a curiosidade, a investigação e o raciocínio crítico dos alunos, promovendo assim uma aprendizagem mais imersiva e significativa.

Desafios no Ensino de Química

O ensino de Química enfrenta diversos desafios que se manifestam tanto na compreensão dos conceitos pelos alunos quanto na eficácia das metodologias empregadas pelos professores. Segundo Dantas Filho, Costa e Silva (2017), a complexidade dos conteúdos químicos muitas vezes dificulta a assimilação dos alunos, exigindo do professor uma abordagem pedagógica que vá além da simples transmissão de conhecimento. O

professor deve atuar como mediador, conectando os conceitos teóricos com situações práticas e cotidianas. Essa mediação é crucial para tornar o aprendizado significativo e relevante, incentivando os alunos a desenvolverem um pensamento crítico e reflexivo. A Química, por sua natureza, exige uma compreensão profunda dos fenômenos naturais e suas aplicações práticas, o que só pode ser alcançado através de um ensino que valorize a interdisciplinaridade e a contextualização (Faria *et al.* 2023).

Além disso, a formação de cidadãos críticos e conscientes é um objetivo central do ensino de Química. A disciplina não se limita a fornecer conhecimento técnico, mas também a capacitar os alunos a entenderem e questionarem o mundo ao seu redor. Isso envolve a habilidade de relacionar os conhecimentos químicos com questões ambientais, tecnológicas e sociais, promovendo uma educação que não apenas informa, mas transforma. A responsabilidade do professor, portanto, é preparar os alunos para serem cidadãos ativos e informados, capazes de utilizar o conhecimento químico para tomar decisões conscientes e responsáveis. Esse processo exige estratégias pedagógicas inovadoras e recursos adequados que possam superar as barreiras estruturais e de formação encontradas no ambiente escolar (Faria, 2019).

Recursos Pedagógicos e Metodológicos

A eficácia do ensino de Química está intrinsecamente ligada à qualidade e variedade dos recursos pedagógicos e metodológicos disponíveis. Schnetzler (2010) enfatiza que o sucesso na implementação de estratégias de ensino depende da capacidade de diversificar as abordagens em sala de aula. Faria *et al.* (2023) destacam que essa diversificação é crucial para atender às diferentes necessidades e estilos de aprendizagem dos alunos. Segundo os autores, abordagens como aulas práticas, experimentos, estudos de caso e a utilização de tecnologias educacionais podem tornar o aprendizado mais dinâmico e envolvente. A participação ativa dos alunos é incentivada quando eles são expostos a diferentes métodos de ensino que estimulam a curiosidade, a investigação e a aplicação prática dos conceitos teóricos.

No entanto, a falta de infraestrutura adequada nas escolas, especialmente em relação aos laboratórios de Química, é um obstáculo significativo. A ausência de laboratórios bem equipados limita a capacidade dos professores de realizar atividades experimentais, que são essenciais para a compreensão profunda dos conceitos químicos. Rosito (2003) sugere que uma solução viável para contornar essa limitação é a utilização de materiais de baixo custo e facilmente acessíveis para a realização de experimentos simples, mas eficazes. A criatividade dos educadores em adaptar recursos e desenvolver atividades práticas acessíveis pode compensar a falta de equipamentos sofisticados, proporcionando aos alunos uma experiência de aprendizagem enriquecedora e significativa. Assim, a inovação e a adaptação tornam-se palavras-chave na busca por uma educação química de qualidade.

Estratégias Inovadoras e Experimentação

Para superar os desafios encontrados no ensino das Propriedades Coligativas, é necessário adotar abordagens pedagógicas que estimulem a participação ativa dos alunos e integrem a teoria com a prática de maneira significativa (Moreira e Lewandowski, 1983). A experimentação emerge como uma ferramenta fundamental nesse processo, permitindo que os estudantes não apenas compreendam os conceitos químicos de forma teórica, mas também os experimentem diretamente em um contexto prático e realista. Ao conduzirem experimentos relacionados ao abaixamento do ponto de congelamento, por exemplo, os alunos são desafiados a aplicar os princípios das Propriedades Coligativas em situações concretas, promovendo uma compreensão mais profunda e significativa dos fenômenos envolvidos.

Além de facilitar a assimilação dos conceitos, a experimentação também promove o desenvolvimento de habilidades práticas e cognitivas essenciais. Os alunos têm a oportunidade de explorar, questionar, analisar e interpretar os resultados obtidos, incentivando o pensamento crítico e a resolução de problemas (Cunha *et al.*, 2015). Essa abordagem ativa não apenas aumenta o engajamento dos alunos, mas também os prepara para enfrentar os desafios do mundo real, onde a aplicação prática do conhecimento químico é fundamental. Assim, ao adotar estratégias inovadoras que valorizem a experimentação, os educadores podem proporcionar uma experiência de aprendizagem mais enriquecedora e preparatória para os alunos.

Relação entre Conceitos Químicos e Aspectos Sociais

Ao mergulhar na interseção entre os conceitos químicos e os contextos sociais e tecnológicos, é crucial ressaltar o impacto abrangente da ciência na vida cotidiana, conforme discutido por Buchmann (2016). Isso implica reconhecer que a Química não é apenas uma disciplina acadêmica isolada, mas sim uma força dinâmica que permeia todos os aspectos da existência humana, desde a produção de alimentos e medicamentos até a fabricação de materiais e o desenvolvimento de tecnologias inovadoras.

Nesse contexto, o professor desempenha um papel vital como facilitador do processo de aprendizado, agindo como um guia que ajuda os alunos a traçarem conexões entre os conceitos químicos e os eventos e avanços que ocorrem ao seu redor. Ao adotar abordagens pedagógicas que integram os conhecimentos químicos com situações da vida real, os educadores proporcionam aos alunos uma compreensão mais profunda e significativa da disciplina. Isso não só estimula o interesse e a curiosidade dos estudantes, mas também os capacita a aplicarem os princípios da Química em suas vidas diárias e a contribuírem de forma mais informada e consciente para o mundo em que vivem.

Objetivos

Objetivo Geral

Desenvolver e aplicar um experimento didático de baixo custo e contextualizado para demonstrar e discutir conceitos químicos, com foco nas Propriedades Coligativas, utilizando a prática de produção do sorvete de laranja como ferramenta de aprendizado.

Objetivos Específicos

- i. Elaborar um experimento prático envolvendo a produção de sorvete de laranja, que permita aos alunos compreenderem os princípios da Crioscopia e sua aplicação na formação de sorvete.
- ii. Explorar de forma simples e lúdica os conceitos de Propriedades Coligativas, especialmente o abaixamento do ponto de congelamento, através da realização do experimento.
- iii. Estimular a participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem, incentivando a observação, análise e discussão dos resultados obtidos durante a realização do experimento.
- iv. Integrar os conhecimentos adquiridos com outras áreas do conhecimento, relacionando os conceitos de Química com situações do cotidiano e destacando sua importância prática.
- v. Aplicar um questionário investigativo utilizando o formato *Google* Formulários para avaliar a compreensão dos alunos sobre o tema, visando fornecer *feedback* e orientação para aprimoramento do processo de ensino-aprendizagem.

Metodologia

Classificação da Pesquisa

A elaboração do questionário no formato *Google* Formulário foi conduzida considerando critérios específicos para garantir sua eficácia. As perguntas foram cuidadosamente formuladas para capturar informações relevantes relacionadas aos objetivos do estudo, utilizando uma combinação de perguntas abertas e fechadas. O tipo de pergunta variou de acordo com o objetivo específico de cada item do questionário, buscando obter respostas detalhadas e significativas dos participantes. Além disso, foram incluídas perguntas que permitiram aos respondentes expressar suas opiniões e experiências de forma livre, contribuindo para uma compreensão mais ampla do fenômeno em estudo.

Planejamento e Execução do Cronograma Experimental

O Clube de Química, espaço educativo voltado ao Ensino Médio em que o experimento foi executado, apresenta um público oscilante em virtude das diversas atividades pelas quais os alunos têm de se desdobrar, dos problemas de trânsito no Rio de Janeiro, de eventuais problemas de saúde e mesmo de mudanças meteorológicas que afetam a frequência discente.

No dia do experimento, 8 alunos estavam presentes. O conteúdo relacionado às Propriedades Coligativas, foco da atividade prática, é abordado no 2º trimestre do ano letivo do 2º ano do Ensino Médio.

Para a coleta de dados utilizou-se o formulário do *Google*. Ele foi aplicado após a realização da prática experimental, garantindo que as perguntas estivessem contextualizadas com a atividade realizada. A decisão pelo formato do *Google* Formulários possibilitou uma coleta de dados eficiente e organizada, permitindo o acesso fácil e remoto aos questionários pelos participantes. As perguntas detalhadas do questionário podem ser encontradas no Anexo 2.

Materiais

Para a realização do experimento de produção de sorvete de laranja através da redução do ponto de congelamento do gelo, foram utilizados os seguintes materiais (Figura 1):

- a) Duas latas de refrigerante de laranja;
- b) Uma lata de leite condensado;
- c) Um saco plástico de 1 litro para congelamento;
- d) Uma cuba de vidro;
- e) Cerca de 2 kg de gelo em cubos;
- f) Meia xícara de chá de sal;
- g) Termômetro;
- h) Luvas.

Figura 1: Alguns dos materiais usados na prática.



Fonte: elaborado pelo autor.

Procedimento Experimental

Consistiu na preparação e execução do experimento de produção de sorvete de laranja por meio da redução do ponto de congelamento do gelo. Inicialmente, foram reunidos os materiais citados de **a a h** acima. O experimento teve início com a etapa de preparação da mistura de sorvete. As duas latas de refrigerante de laranja e a lata de leite condensado foram despejadas no saco plástico de 1 litro, que foi devidamente selado. Em seguida, a cuba de vidro foi preenchida até a metade com gelo em cubos, ao qual foi adicionada meia xícara de sal. O saco plástico contendo a mistura de refrigerante e leite condensado foi então inserido na cuba de vidro (Figura 2).

Figura 2: Sistema sendo resfriado no banho de gelo com sal.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Com os materiais devidamente preparados, os participantes do experimento agitaram vigorosamente o saco por aproximadamente 20 minutos. Essa agitação constante permitiu que a temperatura do sistema diminuísse gradualmente, levando à formação do sorvete. Durante todo o experimento, a temperatura da solução contida na cuba (sal mais gelo) foi registrada antes e depois da adição do sal, bem como ao final da execução do experimento, utilizando o termômetro para garantir o monitoramento das variações de temperatura ao longo do processo, chegando ao ponto mínimo de $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Figura 3). Após o período de agitação, o saco foi removido e a mistura foi avaliada quanto à consistência desejada do sorvete de laranja. Durante o experimento, não foram utilizadas luvas, conforme observado nas fotos, contudo, após a realização constatou-se que teria sido melhor utilizá-las, já que o experimento poderia ter provocado queimaduras de frio em caso de descuido e por isso elas foram incluídas no material por se tratarem de um item que aumenta a segurança do procedimento.

Figura 3: Temperatura da solução sendo registrada.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Obs.: As instruções detalhadas do procedimento experimental estão no Anexo 1 ao final do texto para facilitar a consulta e a reprodução do experimento.

Resultados e Discussões

O experimento foi conduzido com sucesso, resultando na formação do sorvete de laranja conforme esperado (Figura 4). Ao seguir o procedimento descrito, foi possível observar o efeito crioscópico em ação, levando à solidificação dos ingredientes do sorvete em uma temperatura de aproximadamente $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. A adição de sal à mistura de gelo e água possibilitou a redução da temperatura de fusão do gelo, permitindo que este fundisse a uma temperatura inferior a usual. O açúcar presente tanto no refrigerante quanto no leite condensado (bem como outros ingredientes em menor proporção), por sua vez permitiu que o sorvete se solidificasse a uma temperatura também inferior à usual devido ao abaixamento da temperatura de congelamento dessa outra mistura.

Figura 4: Sorvete de laranja pronto para ser consumido pelos alunos.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Durante a execução do experimento, os alunos demonstraram grande interesse e curiosidade, participando ativamente das etapas e demonstrando engajamento ao observar as mudanças na mistura ao longo do processo, inclusive apresentando uma sugestão de melhoria do procedimento que foi aproveitada no momento de vedar o saco. A oportunidade de produzir sorvete de forma prática e lúdica proporcionou uma experiência sensorial e educativa, aproximando os conceitos teóricos de propriedades coligativas da realidade dos estudantes.

A observação direta do fenômeno do abaixamento da temperatura de fusão do gelo e sua aplicação na produção de sorvete ofereceu aos alunos uma compreensão tangível dos conceitos abordados em sala de aula. Esse tipo de abordagem prática e contextualizada contribui para a fixação do conhecimento e estimula o interesse dos estudantes pela Química e pela Ciência como um todo.

Em suma, os resultados obtidos indicam que a prática foi bem-sucedida em cumprir seus objetivos educacionais, proporcionando uma experiência de aprendizado envolvente e significativa para os alunos. A combinação de teoria e prática demonstrou ser uma estratégia eficaz para promover a compreensão dos conceitos de Propriedades Coligativas e estimular o interesse dos estudantes pela Química.

A partir da análise das respostas fornecidas pelos alunos no formulário *Google*, observou-se que todos os oito participantes avaliaram sua experiência geral no experimento como excelente. Essa unanimidade de avaliações positivas indica um alto nível de satisfação e apreciação por parte dos alunos em relação à prática realizada.

Essa consistência nas respostas sugere que os alunos não apenas desfrutaram da atividade, mas também a consideraram extremamente gratificante e enriquecedora. A avaliação “excelente” reflete a percepção dos estudantes de que o experimento contribuiu significativamente para seu aprendizado e compreensão dos conceitos de propriedades coligativas de uma forma prática e envolvente.

A pergunta feita aos alunos foi: “*Como você avaliaria sua experiência geral no experimento ‘Fazendo sorvete de laranja’?*”. As opções de resposta disponíveis foram: Excelente, Muito bom, Bom, Regular, e Ruim. Todos os 8 alunos participantes avaliaram a experiência como “Excelente”. As respostas indicaram uma satisfação geral elevada, demonstrando que a abordagem prática utilizada no experimento foi eficaz para facilitar o entendimento dos conceitos teóricos, tornando o aprendizado mais dinâmico e interessante.

A totalidade de respostas positivas também pode indicar que o experimento atendeu às expectativas dos alunos, proporcionando-lhes uma experiência de aprendizado que superou suas previsões iniciais. Além disso, a avaliação unânime sugere que a prática foi bem recebida por todos os participantes, independentemente de seus interesses ou habilidades prévias em química.

Essas respostas foram apoiadas por depoimentos específicos de alguns estudantes. Por exemplo, um discente, identificado como “Discente X” disse: “*foi muito divertido, o Professor A conseguiu divertir todo mundo e no final o sorvete estava muito gostoso*”. Essa declaração reflete uma avaliação extremamente positiva e entusiasmada da experiência

pelos alunos. O fato de os alunos destacarem que se divertiram durante o experimento indica que a atividade foi percebida como envolvente, interessante e cativante. Este depoimento foi coletado a partir da pergunta aberta: “*Fique à vontade para descrever, se for da sua vontade:*”, que era uma continuação da pergunta anterior, permitindo aos alunos expressarem livremente suas opiniões e experiências.

A menção específica ao Professor, sugere que sua condução do experimento desempenhou um papel crucial no sucesso e na experiência positiva dos alunos. Isso pode indicar que o professor conseguiu criar um ambiente de aprendizado descontraído e estimulante, contribuindo para o engajamento e o entusiasmo dos alunos ao longo da prática. Além disso, a referência ao resultado final do experimento, com o sorvete sendo descrito como “*muito gostoso*”, indica que os alunos não apenas apreciaram o processo de fazer o sorvete, mas também ficaram satisfeitos com o produto final.

Já o aluno identificado como “*Discente Y*”, respondeu “*experimento bem diferente, quebrando a rotina*” indica que os alunos perceberam o experimento como uma atividade incomum em relação às práticas educacionais convencionais. Isso sugere que a experiência proporcionou uma quebra na monotonia da rotina escolar, trazendo uma abordagem inovadora e estimulante para o processo de aprendizagem.

A expressão “*bem diferente*” sugere que o experimento se destacou como algo único e distinto das atividades habituais realizadas em sala de aula, o que pode ter despertado o interesse e a curiosidade dos alunos de uma forma especial.

O formulário enviado aos discentes também incluiu outra questão fundamental: “*Você acha que o experimento em questão pode servir como um complemento valioso para as aulas tradicionais de Química no CMRJ?*”. As opções de resposta disponíveis foram: sim ou não. A maioria dos alunos (7) afirmou que a prática complementou de forma positiva o que aprenderam em sala de aula sobre propriedades coligativas, especificamente a Crioscopia. Isso sugere que a atividade prática foi percebida como relevante e útil para a compreensão dos conceitos teóricos discutidos em sala de aula. Apenas um aluno respondeu “*não*”. Isso pode indicar que esse aluno talvez não tenha percebido a conexão entre a prática e os conceitos teóricos discutidos em sala de aula, ou pode ter tido uma experiência diferente durante o experimento.

A resposta do aluno identificado como “*Discente Z*”: “*Acho que a aula foi muito interativa, o que fez dela divertida, e de simples compreensão*”, indica que a aula foi percebida como interativa e divertida, contribuindo para torná-la de simples compreensão. Isso sugere que o método de ensino utilizado foi eficaz em engajar os alunos e facilitar a compreensão dos conceitos abordados. Essa resposta foi dada em uma pergunta aberta do formulário, que era uma continuação da pergunta anterior, permitindo aos alunos expressarem livremente suas opiniões e experiências. O fato de o aluno destacar a interatividade e a diversão como aspectos positivos da aula sugere que esses elementos foram importantes para o seu aprendizado. Isso indica que abordagens pedagógicas que promovem a participação ativa dos alunos e tornam o conteúdo mais envolvente podem ser eficazes para facilitar a compreensão e a aprendizagem.

No geral, a alta proporção de respostas positivas sugere que a prática foi eficaz em consolidar o aprendizado teórico e em demonstrar a aplicação dos princípios de propriedades coligativas na vida real, proporcionando uma compreensão mais profunda e significativa desses conceitos.

Outra questão aplicada no questionário foi: “*A prática contribuiu para o seu interesse em Química*”, a resposta unânime dos alunos indicando que a prática contribuiu para o seu interesse em Química é extremamente positiva e está alinhada aos objetivos propostos. Isso sugere que a atividade foi eficaz em despertar o interesse dos alunos pela disciplina, demonstrando a relevância de abordagens práticas e contextualizadas para promover o engajamento dos estudantes. Essa análise reforça a eficácia do experimento em cumprir os objetivos propostos, que visavam tornar o aprendizado de conceitos químicos mais acessível e estimulante. O fato de todos os alunos indicarem um aumento do interesse em Química após a atividade sugere que a abordagem adotada foi bem-sucedida em promover uma experiência significativa e motivadora de aprendizado.

Conclusões

As Propriedades Coligativas são conceitos importantes no estudo da Química, especialmente no que diz respeito às mudanças no comportamento de soluções causadas pela presença de solutos não voláteis. No entanto, o ensino desses conceitos pode enfrentar desafios, como a falta de experimentação e a dificuldade de contextualização.

Neste estudo, foi possível observar que a realização de experimentos práticos, como o processo de fabricação de sorvete de laranja, pode contribuir significativamente para a compreensão e fixação dos conceitos de Propriedades Coligativas, especificamente a Crioscopia. Através dessa atividade, os alunos puderam vivenciar na prática o efeito crioscópico, compreendendo como a adição de sal ao gelo é capaz de reduzir a temperatura de fusão e possibilitar a formação do sorvete.

Além disso, a utilização de materiais de baixo custo e de fácil acesso mostrou-se viável para a realização do experimento em sala de aula, demonstrando que é possível promover a experimentação mesmo em ambientes com recursos limitados.

Os resultados obtidos a partir da aplicação do questionário investigativo demonstraram que a prática de fazer sorvete de laranja foi bem recebida pelos alunos, despertando interesse, curiosidade e promovendo uma experiência de aprendizado positiva. A maioria dos alunos avaliou a atividade como excelente e demonstrou que a prática contribuiu para o seu interesse em Química.

Diante disso, concluímos que a utilização de experimentos práticos, como o processo de fabricação de sorvete, pode ser uma estratégia eficaz para o ensino das Propriedades Coligativas, proporcionando uma aprendizagem mais significativa e estimulando o interesse dos alunos pela disciplina.

Referências

ATKINS, P., JONES, L., & LAVERMAN, L. (2018). **Princípios de Química-: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente**. Bookman Editora.

BARROS, Haroldo L. C.; MAGALHÃES, Welington F. **Efeito Crioscópico: Experimentos Simples e Aspectos Atômico-Moleculares**. Química Nova na Escola, Minas Gerais, v. 1, n. 35, p. 41-47, fev. 2013. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_1/07-CCD-48-11.pdf Acesso em: 23 de fev. 2024.

Brasil. **Congresso Nacional. Lei 13.005/2014**. Aprova o Plano Nacional de Educação 2014-2024. Disponível em <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2014/lei-13005-25-junho-2014-778970-publicacaooriginal-144468-pl.html> Acesso em: 8 jun. 2024. <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2014/lei-13005-25-junho-2014-778970-publicacaooriginal-144468-pl.html>

BROWN, Theodore L., LEMAY JR, H. Eugene; BURSTEN, Bruce E. **Química: a ciência central**. 9. ed. Prentice-Hall, 2005. Disponível em: <https://archive.org/details/9788587918420/page/n7/mode/2up?q=propriedades+coligativa>. Acesso em: 24 de jan. 2024

BUCHMANN, Josué. **Aplicação de diferentes metodologias e análise do processo de ensino/aprendizagem em Química em escolas públicas do interior do estado do Rio Grande Do Sul**. 2016. 99 f. Tese (Doutorado)-Curso de Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2016. Disponível em: <http://www.ppgecim.ulbra.br/teses/index.php/ppgecim/article/view/287>. Acesso em: 03 de mar. 2024.

CORREIA, Nelzi Terezinha; BRAGUINI, Welligton Luciano. **O Ensino de Ciências por meio de Atividades Experimentais: A Realidade do Ensino na Escola. Os desafios das escolas públicas paranaense na perspectiva do professor**. PDE. Versão online, v1, 2016.

CUNHA, Francilene dos Santos; OLIVEIRA, Susana Kamila Guedes de; ALVES, João Pedro Dantas; RIBEIRO, Maria Elenir Nobre Pinho. **Produção de material didático em ensino de Química no Brasil: um estudo a partir da análise das linhas de pesquisa capes e cnpq**. Holos, [S.L.], v. 3, p. 182-192, 24 jul. 2015. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.15628/holos.2015.2423> . Acesso em: 14 de fev. 2021

DANTAS FILHO, Francisco Ferreira; COSTA, André Santos da; SILVA, Gilberlândio Nunes da. **Processo de ensino-aprendizagem dos conceitos de ácidos e bases com a inserção da experimentação utilizando a temática sabão ecológico**. Holos, [S.L.], v. 2, p. 161-173, 29 ago. 2017. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.15628/holos.2017.4714> . Acesso em: 12 de fev. 2024

FARIA, Marcus Vinícius Hungaro. **Desenvolvimento e aplicação de uma estratégia combinando ferramentas facilitadoras de ensino para o ensino de Química no Ensino Médio, incluindo métodos computacionais e arte de rua Madonnaro**. 2019. 84 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional) - Instituto de Química, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2019. <https://tede.ufrj.br/jspui/handle/jspui/5194>. Acesso em: 20/12/2023.

FARIA, Marcus Vinícius Hungaro; Pereira, Cynthia Cristina; Fortes, Marcelo Souza; Grion, Renan Figueira; Reis, Pâmela Rossi dos. **Ensino de geometria molecular por meio do uso de modelo físico e digital: uma prática do Clube de Química.** In: Mendonça, J. P. S. N.; Da Silva, M. A. M. (org.). **Práticas Pedagógicas: Abordagens e Metodologias Inovadoras.** Mato Grosso do Sul: Editora Inovar, 2024. cap 10, p. 154-173. DOI [10.36926/editorainovar-978-65-5388-225-6](https://doi.org/10.36926/editorainovar-978-65-5388-225-6). Disponível em: <https://www.editorainovar.com.br/omp/index.php/inovar/catalog/book/1326>. Acesso em: 09 de mai. 2024.

FAVARO, M. M. A., Shimamoto, G. G., Rossi, A. V., & Bertran, C. A. (2012). **Fazer sorvete para aprender sobre abaixamento da temperatura de congelamento.** *Educação química*, (12), 29-36.

GOMES, Fabiana; MACHADO, Fabiane Schneider; COSTA, Leonardo Lopes da; ALVES, Blyeny Hatalita Pereira. **Pedagogical Activities for Chemistry Education Developed by the PIBID-IFG project.** *Química Nova na Escola*, [S.L.], v. 36, n. 3, p. 211-219, ago. 2014. Sociedade Brasileira de Química (SBQ). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5935/0104-8899.20140024>. Acesso em: 20 de fev. 2024.

MOREIRA, M.A., LEVANDOWSKI, C.E., **Diferentes Abordagens ao Ensino de laboratório.** Porto Alegre: Ed. da Universidade - UFRGS, 1983.

ROCHA, Joselayne Silva; VASCONCELOS, Tatiana Cristina. **Dificuldades de aprendizagem no ensino de Química: algumas reflexões.** In: XVIII encontro nacional de ensino de Química (xviii eneq), 13., 2016, Florianópolis, Sc, Divisão de Ensino de Química da Sociedade Brasileira de Química (ED/SBQ). Florianópolis, Sc,: Eap, 2016. p. 25-28.

ROSITO, B. A. **O ensino de ciências e a experimentação. In Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas.** 2. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003.

RUSSEL, J. B. (1994). **Química Geral.** Vol. 1, 2, 2ª edição. McGrall-Hill, São Paulo.

SCHNETLZER, R. **Apontamentos sobre a história do ensino de química no Brasil.** In: SANTOS, W.L.P. e MALDANER, O.A. (Orgs). *Ensino de química em foco.* Ijuí: Ed. Unijuí, 2010, p. 51-75. (Coleção Educação em Química).

NOTAS DE AUTORIA

Iwine Joyce Barbosa de Sá Hungaro Faria é Doutora em Ciências Veterinárias pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Atualmente é professora de Ciências na Prefeitura Municipal de Santo Antônio de Posse - SP.

Contato: iwinehungaro@gmail.com

Currículo lattes: <http://lattes.cnpq.br/2555343349217500>

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-7596-4052>

Raphael Salles Ferreira Silva é Doutor em Química pela Universidade Federal do Rio de

Janeiro. Atualmente é professor de Química no Colégio Militar do Rio de Janeiro.

Contato: silvaferreirasallesraphael@gmail.com

Currículo lattes: <http://lattes.cnpq.br/7671405830079980>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9590-6387>

Marcus Vinícius Hungaro Faria é Mestre em Química pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Atualmente é professor de Química no Colégio Militar do Rio de Janeiro.

Contato: marcus.hungaro@gmail.com

Currículo lattes: <http://lattes.cnpq.br/0417524424018923>

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-6861-572X>

Marcelo de Souza Fortes é Licenciado e Bacharel em Química e Químico Industrial pela Universidade Federal Fluminense. Atualmente é professor de Química no Colégio Militar do Rio de Janeiro.

Contato: majorfortes2021@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-0582-0197>

Como citar esse artigo de acordo com as normas da ABNT

HUNGARO FARIA, I. J. B.; et Al. Explorando a química do ponto de congelamento na produção de sorvete de laranja: da teoria à sobremesa. **Sobre Tudo**, Florianópolis, v. 15, n. 1 p. 116-134, 2024.

Consentimento de uso de imagem

Não se aplica.

Aprovação de comitê de ética em pesquisa

Não se aplica.

Licença de uso

Os autores cedem à Revista Sobre Tudo os direitos exclusivos de primeira publicação, com o trabalho simultaneamente licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que terceiros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial neste periódico. Os autores têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada neste periódico (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial neste periódico.

Publisher

Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Ciências da Educação. Colégio de Aplicação. Publicação na página da Revista Sobre Tudo. As ideias expressadas neste



artigo são de responsabilidade de seus/suas autores/as, não representando, necessariamente, a opinião dos/as editores/as ou da universidade.

Histórico

Recebido em: 31/03/2024

Aprovado em: 06/06/2024

Publicado em: 11/07/2024