

Determinação de Vitamina C em Extratos de Frutas: Uma Proposta Pedagógica para Trabalhar Conceitos Químicos e Bioquímicos no Ensino Médio

Determination of Vitamin C in Fruit Extracts: A Pedagogical Proposal to Work on Chemical and Biochemical Concepts in High School

Ana P. A. Borges, Jocélia P. C. Oliveira & Samuel D.
Guimarães

Este estudo aborda uma sugestão de metodologia pedagógica para integrar a experimentação no Ensino de Química, envolvendo a determinação de vitamina C em extratos de laranja, limão e kiwi, utilizando o método iodométrico como uma ferramenta para ensinar conceitos de estequiometria, métodos analíticos, reações de oxirredução e bioquímicos. A proposta visa conectar conteúdos teóricos ao cotidiano dos alunos, tornando o aprendizado mais significativo e engajador, permitindo que os estudantes desenvolvam habilidades práticas e analíticas, promovendo o protagonismo no processo de aprendizagem. Além disso, a abordagem sustentável, utilizando reagentes de baixo custo e impacto ambiental, facilita a execução dessa atividade em sala de aula.

Palavras-chave: *ensino de química; método de Balentine; titulação.*

This study addresses a suggestion for a pedagogical methodology to integrate experimentation in Chemistry Teaching, involving the determination of vitamin C in orange, lemon and kiwi extracts, using the iodometric method as a tool to teach concepts of stoichiometry, analytical methods, chemical reactions. oxidation-reduction and biochemicals. The proposal aims to connect theoretical content to students' daily lives, making learning more meaningful and engaging, allowing students to develop practical and analytical skills, promoting protagonism in the learning process. Furthermore, the sustainable approach, using low-cost reagents with low environmental impact, makes it easier to carry out this activity in the classroom.

Keywords: *teaching chemistry; Balentine's method; titration.*

Introdução

O ensino convencional de Química frequentemente prioriza a construção de conteúdo de forma desvinculada do cotidiano dos alunos. Essa abordagem não valoriza a promoção do protagonismo científico dos estudantes, o que é crucial para tornar o ensino significativo tanto na escola quanto para a vida dos alunos.¹ Integrar a Química ao dia a dia dos estudantes é essencial para despertar seu interesse e relevância na prática educativa.

Para que os alunos deixem a passividade e desenvolvam a iniciativa necessária para tomar decisões em situações apresentadas, é fundamental que sejam incentivados a pesquisar e propor hipóteses para situações-problema. Isso visa explicar fenômenos observados, permitindo que expressem suas ideias durante atividades experimentais.² Dessa forma, a experimentação no ensino de Química se torna uma ferramenta valiosa, promovendo um aprendizado ativo e significativo.

Já está provado que a experimentação no ensino de química desempenha um papel importante na formação educacional, proporcionando aos alunos uma compreensão prática dos conceitos teóricos, ao mesmo tempo em que permite aos professores, uma abordagem dinâmica e interativa para facilitar o processo de ensino/aprendizagem e despertar o interesse científico dos estudantes. Muitos alunos encontram dificuldades em compreender os conteúdos de química devido à sua complexidade teórica. A experimentação em sala de aula surge como uma ferramenta eficaz para despertar o interesse e facilitar a assimilação desses conceitos, tornando o aprendizado mais dinâmico e relevante.

Para que o ensino de química resulte em aprendizagens significativas, é crucial repensar as estratégias educacionais. Transformar a sala de aula em um ambiente de pesquisa, onde professores e alunos atuem como protagonistas de novas abordagens e avaliadores constantes do processo pode facilitar a aplicação prática dos conceitos científicos e promover um envolvimento mais profundo com o conteúdo.³

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) tratam que, no ensino de química, as atividades experimentais merecem especial atenção devido à sua capacidade de

enriquecer o aprendizado. Essas atividades podem ser realizadas de várias maneiras, como experimentos em laboratório, demonstrações em sala de aula e estudos de campo, que permitam aos alunos exercitar a observação, formular indagações e desenvolver estratégias para respondê-las, como a seleção de materiais, instrumentos e procedimentos adequados, escolha do espaço físico e condições seguras de trabalho, e a análise e sistematização de dados.⁴

É nessa perspectiva que, para se obter sucesso no ensino de química por meio de atividades experimentais, é essencial que essas aulas sejam planejadas com antecedência, de modo a se tornarem instrumentos efetivos de aprendizagem e aproveitamento dos alunos. As atividades planejadas devem instigar o aluno ao pensamento crítico, à construção de ideias e hipóteses, em vez de serem apenas manuais a serem seguidos mecanicamente, sem estimular a criatividade e o pensamento do estudante.⁵

A implementação de atividades práticas com enfoque contextualizado, integrando-as ao cotidiano dos alunos, proporcionaria uma abordagem mais próxima à sua realidade, estabelecendo conexões com os conceitos teóricos ensinados em sala de aula. Um exemplo dessa prática seria o estudo dos conceitos químicos relacionados à identificação de grupos funcionais, cálculos químicos, reações de oxidação-redução e as propriedades antioxidantes de polpas de frutas ricas em vitamina C, a exemplo da laranja, do limão e do kiwi.^{6,7} Atividade esta acessível, de fácil execução e com uma diversidade de conteúdos químicos que poderiam ser relacionados e trabalhados.

A vitamina C, também conhecida como ácido ascórbico, é amplamente reconhecida por seu papel crucial na proteção do organismo contra infecções e doenças. Como o organismo humano não possui a capacidade de sintetizar essa vitamina, é necessário obtê-la por meio da alimentação, especialmente através de frutas e legumes. Sua presença é particularmente elevada em frutas cítricas, tornando esses alimentos essenciais para a manutenção da saúde.⁸

O ácido ascórbico tornou-se muito conhecido desde que Linus Pauling iniciou a campanha em favor de megadoses diárias de vitamina C, a fim de diminuir o

número e a severidade dos resfriados e para tratar doenças como o câncer.⁹ A maioria das funções bioquímicas do ácido ascórbico é consequência de sua habilidade em doar um ou dois elétrons. O ácido ascórbico participa da biossíntese de 17 aminoácidos, na formação da adrenalina¹⁰ e como destacado por Maia et al. (2007), é indispensável à produção e manutenção do colágeno; reduz a suscetibilidade a infecções, atuam na cicatrização de feridas, fraturas, contusões e sangramento gengivais, desempenha papel na formação de dentes e ossos, aumenta a absorção de ferro e previne o escorbuto. Sendo assim, é indispensável para o desenvolvimento e manutenção do organismo humano.¹¹

É neste intuito, que este trabalho objetiva determinar a vitamina C em frutas (laranja, limão e kiwi) experimentalmente, para que possa ser utilizado como uma proposta pedagógica a ser aplicado no ensino de química e bioquímica. A determinação da vitamina C em frutas foi realizada pelo método iodométrico de Baletine, que se baseia em uma titulação por oxirredução do iodato de potássio em reação ao ácido ascórbico contido em diversas frutas.

O método de Balentine, aplicado na titulometria de oxidorredução iodométrica, é fundamentado na conversão de iodo molecular em íon iodeto. Esse método é particularmente eficaz para a determinação de vitamina C, devido à rápida e quantitativa reação entre iodo e vitamina C.¹² A precisão da titulação iodométrica na medição de vitamina C baseia-se nessa reação específica, tornando-o um método confiável e amplamente utilizado em análises químicas.

Metodologia

Para a execução da metodologia deste estudo, foi utilizada a titulação pelo método de Balentine, baseada na reação de oxirredução do iodato de potássio.¹² Este método permite determinar a quantidade de ácido ascórbico presente em uma amostra, medindo o volume de iodato de potássio consumido durante a titulação. As frutas utilizadas para a determinação da vitamina C descritas neste trabalho foram a laranja, limão e kiwi.

Para obtenção das amostras das frutas, a extração dos sucos foi realizada com auxílio de um liquidificador, seguido de peneiração, sendo realizado no momento da execução do experimento, e em seguida procedeu-se com o procedimento de titulação conforme o esquema apresentado na Figura 1.

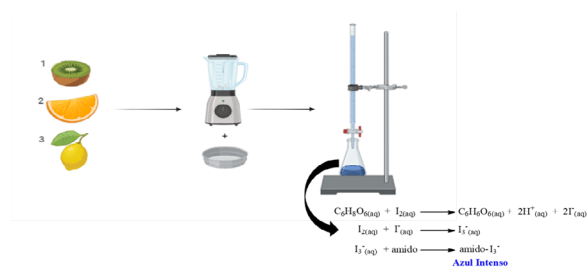


Figura 1. Esquema do procedimento de obtenção dos extratos das amostras e titulação.

Para a titulação, a solução de iodato de potássio (Vetec) com concentração de 0,02 mol/L foi adicionada em uma bureta de 25 mL, sendo utilizado como titulante da reação. Em um erlenmeyer de 250 mL, foi preparado o titulado, sendo adicionados 15 mL do suco de laranja *in natura*, espremido e peneirado, acrescido de 50 mL de água destilada, 10 mL de ácido sulfúrico (Vetec) a 20%, 1,0 mL de iodeto de potássio (Synth) a 10% e 1,0 mL de solução de amido (Vetec) a 1%. Esse procedimento foi realizado em duplicata e calculado a média dos volumes consumidos do titulante. O ponto de viragem da reação foi observado visivelmente quando o titulado adquiriu a coloração azul escuro após toda vitamina C do volume de amostra ter reagido com o titulante, como mostrado no exemplo na Figura 2.

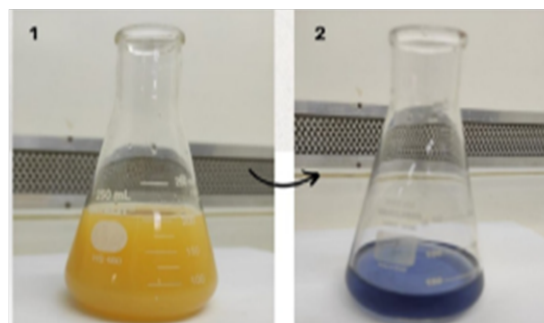


Figura 2. A titulação permite a determinação do teor de vitamina C nas amostras de frutas testadas.

Para determinar a quantidade de vitamina C, foram realizados os cálculos, utilizando a seguinte fórmula:

$$\text{Vitamina C} \left(\text{mg}\% \frac{m}{m} \right) = \frac{V \times F}{P} \times 100 \quad (1)$$

Onde, V é igual o volume de iodato gasto na titulação; F é igual a correlação entre ácido ascórbico de 8,806 ou 0,8806, respectivamente para KIO_3 0,02 ou 0,002 mol/L; P é igual a alíquota em g ou mL da amostra utilizada. A mesma metodologia foi empregada para todas as amostras de frutas em duplicata.

Resultados e Discussões

Ao determinar experimentalmente a quantidade de vitamina C em frutas como laranja, limão e kiwi, além de ser de fácil execução para ser trabalhado em sala de aula, possibilita explorar uma variedade de conceitos químicos relevantes para o Ensino médio.

Verificou-se que, em média, 15 mL de suco de laranja *in natura* consumiram 5,0 mL do titulante. E com a mesma metodologia empregada para as amostras de limão e kiwi, na amostra de limão foram consumidos, em média, 3,0 mL de titulante em 15 mL de suco de limão. Já para o kiwi, a quantidade consumida de titulante na titulação foi o equivalente a 9,0 mL, em média, em 15 mL de suco de kiwi. A determinação de vitamina C dessas amostras foi realizada pela fórmula, obtendo-se os resultados de cada uma das amostras testadas.

Ao realizar-se os cálculos de determinação da vitamina C em 15 mL de extrato de cada fruta, foi obtido um teor de 29,35 mg% para a amostra de laranja, 17,61 mg% para o limão e 52,83 mg% para a amostra de kiwi, como apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Teores de Vitamina C determinados pelo método de Balentine.

Fruta	Nome científico	Teor de vitamina C (mg%)
Laranja	<i>Citrus sinensis</i>	29,35
Limão	<i>Citrus limon (L.)</i>	17,61
Kiwi	<i>Actinidia chinensis</i>	52,83

Ao compararem-se os teores de vitamina C obtidos é possível fazer uma comparação com dados da literatura¹³

e observa-se que os valores obtidos divergem e isso ocorre porque a taxa de degradação da vitamina C depende muito da matriz, pois existem frutas em que a degradação dessa vitamina é maior e outras em que a degradação é menor. Isto também pode ocorrer devido à presença de enzimas oxidantes específicas, íons metálicos e pH, além de outros fatores.^{14, 15, 16}

Por meio das reações que ocorrem, é possível trabalhar o conteúdo de oxirredução em sala de aula pela titulação iodométrica para determinar o teor de vitamina C (ácido ascórbico) em frutas, explicando como o ácido ascórbico se oxida (atuando como um agente redutor) e reduz o iodo (que atua como agente oxidante). Nesta reação 7, o ácido ascórbico ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$) presente na amostra de frutas, reduz o iodo (I_2) a íons iodeto (I^-), enquanto o próprio ácido ascórbico é oxidado a ácido desidroascórbico ($\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_6$), como mostrado na Figura 3:

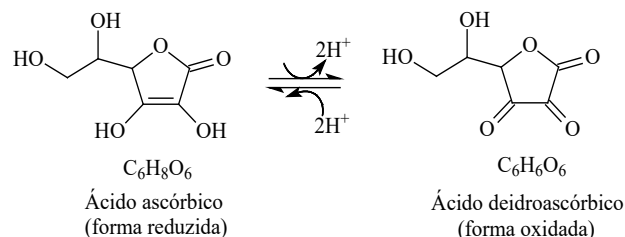


Figura 3. Reação de oxidação do ácido ascórbico a ácido desidroascórbico.

Essa proposta de atividade experimental com frutas, que são comuns no cotidiano dos alunos, torna o conceito de reações redox mais contextualizada e compreensível. Os alunos podem visualizar e entender como a química se aplica a algo próximo a sua realidade, o que facilita a aprendizagem e a retenção do conhecimento. Além disso, permite que se tornem protagonistas do seu aprendizado ao participarem diretamente desde a preparação e execução do experimento, e assim desenvolvem habilidades práticas e analíticas, além de instigar a curiosidade científica e desenvolver o pensamento crítico.

Outra proposta para aproveitar essa atividade, seria aplicar os conceitos de estequiometria na determinação

do teor de vitamina C presente nas frutas, com base nos volumes e concentrações das soluções utilizadas nas titulações. Os alunos podem ter a oportunidade de realizar os cálculos estequiométricos para determinar a quantidade de uma substância em uma amostra real, além de auxiliar no entendimento da relação molar entre os reagentes e produtos em uma reação redox. A sequência para essa atividade do cálculo estequiométrico seria primeiramente: determinar o número de mols de iodato de potássio (sabendo-se a concentração de KIO_3 e o volume consumido na titulação), seguido da conversão para mols de iodo, usando a relação molar entre os reagentes e produtos da reação redox (KIO_3 e I_2) para então determinar o número de mols de vitamina C, fazendo uso também da relação molar, e enfim, realizar a determinação da concentração de vitamina C (convertendo mols para mg).

Ao inserir aulas experimentais no ensino de química, é importante que os estudantes estejam envolvidos desde o início na execução das atividades, garantindo que não sejam apenas coadjuvantes, como frequentemente acontece. É necessário que sejam desafiados a encontrar soluções, em vez de simplesmente receberem respostas prontas do conteúdo abordado em sala de aula.¹⁷ Uma boa alternativa é trabalhar com atividades práticas relacionadas ao cotidiano dos alunos, pois torna o aprendizado mais significativo e promove um maior engajamento e compreensão dos conceitos químicos abordados.

Abordando os conceitos de química orgânica, essa atividade prática proposta poderia ser empregada na identificação de grupos funcionais presentes na molécula de vitamina C, analisando sua estrutura molecular e suas propriedades químicas. O que poderia ser abordado nesta aula seria trabalhar a definição do que são os grupos funcionais e quais são eles e a sua importância na química orgânica. Solicitar aos alunos que desenhem a estrutura do ácido ascórbico e identificar a presença de grupos funcionais presentes e discutir as propriedades químicas, como solubilidade em água, acidez, capacidade de atuar como agente redutor e sua importância na saúde e na dieta, além de também avaliar a qualidade nutricional dos alimentos.

Para Ferraz et al. (2023), as práticas experimentais voltadas para a identificação do ácido ascórbico oferecem uma oportunidade valiosa para contextualizar a química orgânica de maneira sustentável. Utilizando reagentes facilmente acessíveis e com baixo impacto ambiental, essas práticas permitem a escolha cuidadosa de reagentes e procedimentos que minimizam resíduos e riscos. Ao empregar materiais biodegradáveis e não-tóxicos, essas atividades experimentais não só reforçam os conceitos teóricos, mas também promovem a sustentabilidade e a responsabilidade ambiental no ensino de química.⁶

Desenvolver esta atividade de determinação de vitamina C pelo método iodométrico no ensino de química, permite uma abordagem interdisciplinar, integrando química orgânica, estequiometria, métodos analíticos e conceitos de oxirredução. Isso não apenas facilita a compreensão de conceitos teóricos, mas também engaja os alunos através de atividades práticas, tornando o aprendizado mais dinâmico e relevante para seu cotidiano, além de promover o protagonismo do aluno no seu processo de aprendizagem.

Conclusão

Este estudo destaca a importância de se trabalhar metodologias alternativas que conectam teoria e prática, como a atividade para determinação da vitamina C em frutas utilizando o método iodométrico. Através da titulação, foram obtidos valores significativos de vitamina C para laranja (29,35 mg%), limão (17,61 mg%) e kiwi (52,83 mg%), demonstrando a eficácia do método de Balentine na análise quantitativa de ácido ascórbico. Essa atividade experimental mostrou que a metodologia não só é viável para a aplicação em sala de aula, mas também proporciona uma rica oportunidade de aprendizado para os alunos. A prática permite explorar conceitos fundamentais de química, como reações de oxirredução, estequiometria e métodos analíticos, de forma contextualizada e alinhada ao cotidiano dos estudantes.

A utilização de reagentes de baixo custo e com menor impacto ambiental, torna esta proposta sustentável e acessível, podendo ser facilmente implementada nas

escolas. A abordagem prática e experimental contribui para promover o protagonismo dos alunos, incentivando-os a desenvolver habilidades práticas e analíticas, e tornando o processo de aprendizagem mais engajador e significativo.

Em suma, a integração de atividades experimentais como esta no currículo de química do Ensino médio, pode contribuir significativamente para a formação dos estudantes, preparando-os melhor para desafios futuros tanto acadêmicos quanto profissionais.

AGRADECIMENTOS

Ao PIBIC-UFCAT e a CAPES pelas bolsas concedidas.

Referências

1. BISPO, J. C.; SOUZA, C. A.; OLIVEIRA, E. DA S.; NATIVIDADE, J. DOS S.; VENÂNCIO, R. S. S.; SANTOS, A. F. DOS. *Diversitas Journal*. Santana do Ipanema/AL, 8(3), **2023**.
2. BLAQUESA, D. C.; SILVEIRA, M. P. DA; CEDRAN, J. DA C. ALEXANDRIA: R. Educ. Ci. Tec., Florianópolis, v. 16, n. 2, p. 383-404, novembro **2023**.
3. CARVALHO, H. N. DE; LEITE, J. L.; LIMA, R. C. P. DE; OLIVEIRA, J. C. C.; DELGADO, O. T. *Revista Ambiente: Gestão e Desenvolvimento –Volume 11, n.01, Dezembro/2018*.
4. BRASIL, Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+). *Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias*. Brasília: MEC, **2006**.
5. SILVA, A. P. B.; DA OLIVEIRA, I. S.; DE MEDEIROS, P. T.; DA SILVA, J. A. *Diversitas Journal*. Santana do Ipanema/AL. vol.6, n. 4, p.3890-3908, out./dez.**2021**.
6. FERRAZ, J. M. S.; VELOZO, M. C. S.; DE SOUZA, N. S.; JUNIOR, C. A. DA S.; DE FIGUEIRÊDO, A. M. T. A. *Rev.Inter. Educa*, Issn: 0718-7416, Vol. 5, Nº 3, **2023**.
7. BUENO, D. M. DE A.; GOMES, S. I. A. A.; GIUSTI, E. D.; STADLER, J. P. R. *bras. Ens. Ci. Tecnol., Ponta Grossa*, v. 12, n. 3, p. 307-325, set./dez. **2019**.
8. COSTA, J. O. *Trabalho de Conclusão de Curso – UFPE – Vitória de Santo Antão*, **2016**.
9. ROMERO, A. L.; SILVA, E. L. S.; KIOURANIS, N. M. M. Teor de vitamina C em sucos de frutas: uma proposta de atividade experimental, s/d. Disponível em: <https://abrapec.com/atas_enpec/venpec/conteudo/artigos/3/doc/p817.do> Acesso em 14 de maio de **2024**.
10. YAHIA, E. M.; CONTRERAS - PADILHA, M.; GONZALEZ - AGUILAR, G. *LEBENSM.- Wiss. u.- Technol*, v. 34, p. 452-457, **2001**.
11. MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; SANTOS, G. M.; SILVA, D. S.; FERNANDES, A. G.; PRADO, G. M. *Ciência e Tecnologia Alimentos*, Campinas, v. 27, n. 1, p. 130-134, jan/mar **2007**.
12. TAVARES, J. T. DE Q.; SANTOS, C. M.; DE CARVALHO, L. A.; DA SILVA, C. L. *Magistra*, v. 7, jan./dez., p. 1-8, **1999**.
13. NOGUEIRA, F. S. Teores de ácido l-ascórbico em frutas e sua estabilidade em sucos. *Dissertação (Mestrado – Produção vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro*. Campos dos Goytacazes, RJ, **2011**.
14. PIGA, A.; DEL CARO, A.; PINNA, I; AGABBIO, M. *LEBENSM.- WISS. U.- Technol*, v. 36, p. 257-262, **2003**.
15. ROSA, J. S.; GODOY, R. L. O.; OIANO NETO, J.; CAMPOS, R. S.; ARAUJO, M. C.P.; BORGUINI, R. G.; PACHECO, S.; MATTA, V. M. In: 3º Simpósio de Segurança Alimentar, Florianópolis SC, **2010**.
16. FIGUEIRAS, J. DE S.; SILVEIRA, F. A.; VASCONCELOS, A. K. P. *Revista Insignare Scientia*. Vol. 6, n. 4. Mai./Ago.**2023**.
17. TORRALES, R. P.; VENDRUSCO, J. L.; VENDRUSCOLO, C. T.; DEL PINO, F. A. B.; ANTUNES, P. L. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 28(1): 18-23, jan.-mar. **2008**.

Ana P. A. Borges*, Jocélia P. C. Oliveira & Samuel D. Guimarães

Universidade Federal de Catalão, Instituto de Química, Catalão, Goiás, Brasil.

*E-mail: anapaula.apaborges@gmail.com