

Determinação da vitamina C em suco de laranja: uma proposta experimental investigativa para aplicação no ensino de química

RESUMO

Dircéia Matiele de Almeida Bueno

matielebueno@hotmail.com

0000-0002-3583-449X

Instituto Federal do Paraná,
Palmas, Paraná, Brasil

Sandra Inês Adams Angnes

Gomes

sandra.angnes@ifpr.edu.br

0000-0001-5379-3946

Instituto Federal do Paraná,
Palmas, Paraná, Brasil

Edneia Durli Giusti

edneia.durli@gmail.com

0000-0002-6916-2505

Instituto Federal do Paraná,
Palmas, Paraná, Brasil

João Paulo Stadler

joao.stadler@ifpr.edu.br

0000-0002-9106-7942

Instituto Federal do Paraná,
Palmas, Paraná, Brasil

Considerando a importância das aulas experimentais e as dificuldades encontradas por professores de Química para esta prática, este estudo teve como objetivo apresentar uma abordagem experimental investigativa por meio de um método alternativo para determinação de vitamina C em suco de laranjas. Durante o trabalho, avaliou-se o teor de vitamina C em quatro espécies de laranjas comercializadas na região pelo método titulométrico de oxirredução, utilizando lugol como reagente alternativo. Os resultados mostraram-se de acordo com o Ministério da Agricultura e do Desenvolvimento, que determina um teor mínimo de 2,5 mg de vitamina C. No decorrer do artigo também apresenta-se conhecimentos históricos, sociológicos, aspectos químicos e biológicos da vitamina C, que permitem uma leitura crítica e possibilidades de contextualização com a prática experimental. Finalmente, são apresentadas possibilidades de aplicação no ensino de Química.

PALAVRAS-CHAVE: Vitamina C. Ensino de química. Experimentação.

INTRODUÇÃO

A Química, enquanto disciplina curricular da base nacional comum, tem a responsabilidade de contribuir para a formação de cidadãos críticos e conscientes de seu papel no mundo. Na estrutura curricular, os documentos oficiais enfatizam a necessidade de se elaborar estratégias didáticas, orientadas à valorização de elementos cotidianos, considerando as particularidades de cada contexto escolar, na perspectiva de auxiliar o aluno na compreensão dos conceitos científicos e na apropriação de valores fundamentais para a sua vida (NIEZER; FOGGIATTO; FABRI, 2015).

Na concepção de Mortimer (2003), para que a aprendizagem ocorra, ela deve ser significativa, o que exige compreensão de significado, relacionando-o a experiências anteriores e vivências pessoais dos alunos. Essa integração permite a formulação de problemas, de algum modo, desafiantes que incentivem o aprender mais, o estabelecimento de diferentes tipos de relações entre fatos, objetos, acontecimentos, noções e conceitos, desencadeando modificações de comportamentos e contribuindo para a utilização do que é aprendido em diferentes situações.

Nessa perspectiva e, em se tratando do ensino de Química, vários trabalhos têm apontado a experimentação como ferramenta que pode contribuir de forma positiva no processo de ensino e aprendizagem do aluno, desde que utilizadas de maneira adequada (MENDES, 2018; SILVA; SILVA; PAULA, 2017; GONÇALVES; MARQUES, 2006). No entanto, há muitas críticas à maneira pela qual a experimentação é empregada no ensino tradicional, principalmente como práticas experimentais demonstrativas, meramente ilustrativas, que refletem a ação passiva do educando que frequentemente é tratado como mero ouvinte das informações que o professor expõe que, quase sempre, não se relacionam aos conhecimentos prévios que os aprendizes construíram ao longo de sua vida. E quando não há relação entre o que o aluno já sabe e aquilo que ele está aprendendo, a aprendizagem não é significativa (GUIMARÃES, 2009; MORTIMER, 2003). Ou seja, a visão simplista sobre a utilização da experimentação como estratégia que serve apenas como motivação ou para ilustração e comprovação de teorias deve ser superada (SILVA; SILVA; PAULA, 2017; SILVA, 2011; ZANON, 2009).

Em contraponto ao modelo de ensino tradicional, Suart e Marcondes (2008) indicam que a postura construtivista de ensino valoriza a participação do aluno no processo de construção do conhecimento e indica o professor como mediador ou facilitador deste processo. Portanto, há a necessidade de novas estratégias no ensino que se enquadrem nessas características, sendo que a experimentação a partir da problematização ou a pesquisa em Química podem contribuir no desenvolvimento cognitivo do aluno ao serem empregadas ao ensino.

Diante da problemática apresentada, a experimentação pode ser uma alternativa de grande importância, pois diferencia a aula, traz uma abordagem mais contextualizada e sugestões que instigam o aluno a pesquisar (GONÇALVES; MARQUES, 2006). Nesse viés, o professor encontra, na experimentação, possibilidades de auxílio para problematização de conceitos químicos referentes ao cotidiano do aluno, estimulando-o a participar, de forma investigativa, do processo de construção do conhecimento (OROFINO *et al.*, 2014; SUART; MARCONDES, 2008).

Sendo assim, este estudo teve como objetivo apresentar um método alternativo de determinação de vitamina C, que pode ser empregado na Educação Básica. Um dos principais focos do trabalho está em apresentar uma proposta experimental investigativa para a contextualização do cotidiano dos estudantes em relação ao consumo de laranjas pela população da região, o teor de vitamina C, importância do seu consumo para a saúde, possíveis doenças quando da sua carência, e correlações do tema com conteúdo específicos da Química. As atividades apresentadas neste artigo são um recorte de um Trabalho de Conclusão de Curso de Licenciatura em Química que foi desenvolvido no Laboratório Dinâmico Interdisciplinar para o Ensino de Ciências (LADIEC), do Instituto Federal do Paraná – *campus* Palmas, que oferece a infraestrutura em termos de materiais de laboratório e recursos didáticos variados para o desenvolvimento de projetos na área do Ensino de Ciências.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Aspectos históricos, químicos e biológicos da vitamina C

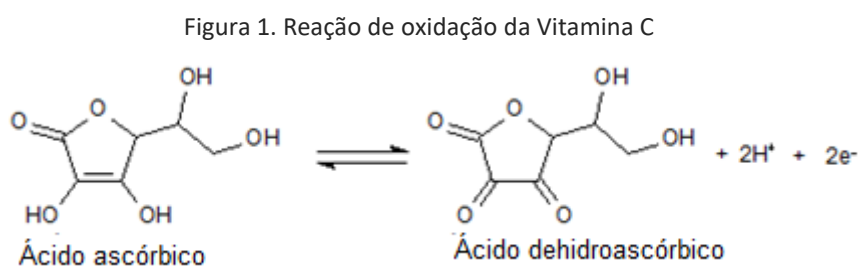
A citricultura é um ramo bastante desenvolvido na fruticultura, sendo que laranja é a fruta mais comercializada nas Centrais de Abastecimento do Paraná (LEMES, 2006). De acordo com Cypriano *et al.* (2017), a laranja apresenta algumas propriedades nutricionais e funcionais que merecem destaque, como fibras, compostos fenólicos e carotenoides, que auxiliam na prevenção de doenças cardíacas, neurológicas, metabólicas e neoplásticas. Essa fruta possui, em sua composição, entre 72,0 % e 86,0 % de umidade e polissacarídeos como celulose e hemicelulose, além de açúcares solúveis como hexoses e arabinoses. Geraldini (2016) relata estudos que analisam a relação dos compostos presentes na casca da laranja com a prevenção do envelhecimento e de doenças crônicas, como diabetes, hipertensão e infarto, por meio do aumento na capacidade antioxidante no sangue. Desta forma, sucos de laranja mais azedos, principalmente os de máquinas que espremem a fruta com casca, tendem a ter maior concentração destes compostos.

Durante as grandes navegações, por volta do século XVIII, eram comuns os membros de tripulações adoecerem de uma doença conhecida como escorbuto, cuja causa era desconhecida. O escorbuto é uma doença que envolve a síntese defeituosa do tecido colagenoso, mudanças patológicas nos dentes e gengivas inchadas e com sangramento subcutâneos e cicatrização lenta (SILVA; MOURA, 2012; SILVA; FERREIRA; SILVA, 1995). Na época, percebeu-se que os marinheiros eram mais adeptos a esta doença do que as pessoas comuns, e que isso estaria ligado à alimentação. Em certo momento, houve referência de uma cura milagrosa do escorbuto realizada por uma tribo de índios do Canadá. O remédio era obtido através da fervura de ramos e raízes de algumas plantas verdes, os quais continham certa concentração de vitamina C, que levavam a cura da doença.

Mas logo foi descoberta, acidentalmente, a cura ou prevenção do escorbuto. Uma tripulação de um navio que havia sido atacada pela doença carregava uma carga de limões e laranjas. Alguns deles chuparam o suco da fruta e logo os sintomas da doença desapareceram. Em razão disso, foram realizadas

experiências que comprovaram tal descoberta. Após duas décadas, em 1922, um cientista americano conseguiu finalmente isolar cristais de vitamina C pura, extraída de uma grande quantidade de suco de limão (FABER, 1965; FIORUCCI; SOARES; CAVALHEIRO, 2003; SILVA; MOURA, 2012).

O ácido ascórbico ocorre naturalmente em frutas e vegetais e, em menor quantidade, em tecidos animais e produtos derivados (FENEMA; DAMODARAN; PARKIN, 2010, p. 367). Sua estrutura química com fórmula molecular $C_6H_8O_6$, é mostrada na figura 1. Esse composto é muito suscetível à oxidação, que pode ocorrer pelos processos de transferência simples ou dupla de elétrons, em especial quando catalisada por íons metálicos de transição como Cu^{2+} e Fe^{3+} . Calor, luz e fatores como pH, concentração de oxigênio e atividade da água influenciam muito na velocidade da reação (FENEMA; DAMODARAN; PARKIN, 2010; MARES, 2007).



(Fonte: Autoria própria)

Mares (2007), ainda complementa que a oxidação das vitaminas, por sua vez, é um processo que causa a perda de sua função biológica. Portanto, sucos de laranja amplamente comercializados, perdem a maior parte do teor de vitamina C em virtude do grande contato entre o ar a fruta durante o processamento. Além disso, o hábito que alguns cozinheiros e donas de casa têm de adicionar bicarbonato durante o cozimento de verduras e legumes destrói grande parte da vitamina C dos alimentos, já que a mesma é muito sensível ao meio alcalino resultante da adição de bicarbonato de sódio ($NaHCO_3$) (BELCCHIOR; BUENO, 2014; MARES, 2007).

De acordo com Schaefer e Santos (2014), a vitamina C apresenta estabilidade em sua forma seca com coloração branca, é oxidada em solução aquosa com facilidade (processo de perda de elétrons), onde a primeira etapa da oxidação, realizada na presença de oxigênio e um catalisador, produz ácido dehidroascórbico, sujeito a sofrer o processo de reversão de oxidação, conforme mostrado na figura 1 acima. Nessa reação, o ácido L-ascórbico perde átomos de hidrogênio formando o ácido dehidroascórbico, cuja atividade antiescorbútica é menor em comparação com o L-ascórbico (SCHAEFER; SANTOS, 2014).

Segundo Romero; Silva; Kiouranis (2015), muitos nutricionistas e outros profissionais deste ramo sugerem que não se deve cortar ou picar alimentos que contêm vitamina C, se estes não forem consumidos imediatamente, pois o gás

oxigênio presente no ar oxidará a vitamina C com mais facilidade devido ao aumento da superfície de contato. Entretanto, a Associação Brasileira dos Exportadores de Cítricos (ABECitrus) afirma que a vitamina C do suco recém-espremido é estável e não sofre perdas durante três dias de conservação em refrigeração, contrariamente à crença popular da perda imediata da mesma. Estudos realizados por Silva *et al.* (2005), também mostram que sucos de frutas armazenados por 72 horas em refrigeração não tiveram perda da vitamina.

O ácido ascórbico é uma vitamina hidrossolúvel devido aos grupamentos hidroxila presentes em sua estrutura química, que aumentam a polaridade da molécula e sua solubilidade em água. Segundo a Empresa Labsynth Produtos para Laboratórios Ltda em sua FISPQ (Ficha de Informações de Produtos Químicos) (2010) a solubilidade da vitamina C em água é de 330 g L⁻¹, no etanol 20 g L⁻¹ e é insolúvel em solventes orgânicos comuns. Como as demais vitaminas hidrossolúveis, o ácido ascórbico não é armazenado em quantidades significativas no organismo e, portanto, é necessário ingerir a dose mínima recomendada.

A necessidade diária de vitamina C varia conforme idade e condições de saúde (NUNES *et al.*, 2013). Crianças de 0 a 11 meses precisam de uma ingestão diária entre 25 e 30 mg de vitamina, já de 1 ano a 10 anos necessitam de uma ingestão diária entre 30 e 35 mg (BRASIL, 2004). Segundo Fiorucci, Soares e Cavalheiro (2003), um adulto sadio perde de 3% a 4% de sua reserva corporal diariamente e para manter uma reserva de 1500 mg ou mais, é necessária a absorção de cerca de 60 mg de vitamina C por dia. Mulheres grávidas e em amamentação (primeiros seis meses) requerem quantidades de 70 mg e 95 mg, respectivamente.

O cientista Linus Pauling (1901-1994), ganhador do Prêmio Nobel de Química (1954), provocou grande controvérsia ao sugerir que megadoses de vitamina C (milhares de miligramas por dia) poderiam prevenir resfriados e, até mesmo, câncer de cólon. Embora haja alguma evidência para esse efeito, estudos têm mostrado que doses altas não diminuem o número de resfriados, mas reduzem sua gravidade (FIORUCCI; SOARES; CAVALHEIRO, 2003). Além disso, a vitamina C consumo elevado desta vitamina pode provocar efeitos colaterais, tais como: diarreia, dor abdominal e cálculos renais em pessoas geneticamente predispostas (NUNES *et al.*, 2013).

Alimentos industrializados e naturais também fazem parte da nossa alimentação. Entretanto, as tabelas de composição química geralmente não informam sobre as variações dos teores de nutrientes nos alimentos. Apresentam apenas dados médios, muitos obtidos por meio de análises de amostras compostas. Sendo assim, uma dieta aparentemente balanceada pode não fornecer aos indivíduos as quantidades adequadas de nutrientes. Por este motivo, é importante conhecer as variações que podem ocorrer nos teores de nutrientes específicos dos alimentos (NOGUEIRA, 2011).

A vitamina C como precursora de atividades experimentais investigativas

A partir dos aspectos apresentados anteriormente, surgem questões como:

1) Ao tomar um suco de laranja se consumirá a quantidade necessária de vitamina C para uma dieta equilibrada? Pacheco (2011) mostra em suas tabelas

de composição por porção de alimentos que um copo de 200 mL de suco de laranja possui 100 mg de vitamina C. Assim, se consumirmos diariamente um copo de laranja, consumiremos a quantidade necessária para o organismo realizar as reações metabólicas sem deficiência da vitamina C.

2) A vitamina C é um nutriente essencial indispensável em muitas reações metabólicas? Para Vilarta *et al.* (2007) a vitamina C contribui na absorção de ferro que vem das plantas, quando ingeridas ao mesmo tempo. As vitaminas e minerais auxiliam em todas as reações e funções que ocorrem no organismo, ou seja, sem elas o corpo não consegue absorver, sintetizar e/ou transportar outros nutrientes. Esses compostos também são conhecidos como micronutrientes por serem necessários em menor quantidade pelo organismo. Por isso, uma alimentação variada garante quantidades adequadas dessas substâncias (VILARTA *et al.*, 2007).

Considerando os hábitos alimentares das pessoas, principalmente nas grandes cidades, a alimentação está muito baseada em lanches e comidas rápidas, e esses não suprem as necessidades nutricionais recomendadas diariamente. Assim, é possível abordar esse conteúdo no ensino de Química de forma contextualizada e interdisciplinar, não só sob os aspectos químicos, mas também biológicos. Pensando em um ensino de Química mais contextualizado, é possível utilizar métodos alternativos para a quantificação de vitamina C em alimentos, relacionando o tema com o cotidiano do aluno para que este tenha ideia do quanto é importante o consumo dessa vitamina, onde é encontrada e a dose diária necessária para o organismo. De acordo com as recomendações de Carvalho (2013), o ensino de Química requer uma relação constante entre a teoria e a prática, para que o aluno consiga compreender e apropriar-se do conhecimento químico de modo assimilá-lo em seu cotidiano, dando assim uma aplicabilidade ao que se aprende na escola e conseqüentemente uma maior importância. Entretanto, esta relação tem sido pouco explorada na prática.

Segundo os estudos realizados por Niezer, Foggiatto e Fabri (2015) percebe-se que muitos alunos de Ensino Médio, não conseguem estabelecer relações entre os conceitos químicos apresentados em sala de aula e as modificações que ocorrem no meio em que vivem. Assai e Freire (2017) complementam ainda que muitas atividades experimentais ainda são desenvolvidas e executadas em sala de aula com o objetivo de motivar o aluno ou, simplesmente, comprovar fatos e teorias previamente estudados, constituindo atividades de verificação e demonstração. Os autores ainda salientam que atividades pautadas nestas concepções são deficientes no que se refere à aprendizagem do aluno. Nesse sentido, a disciplina de Química encontra-se metodologicamente defasada, vazia de significados e descontextualizada, o que sugere uma reflexão sobre o processo de ensino e aprendizagem, evidenciando a importância desse conhecimento para a formação do cidadão alfabetizado científica e tecnologicamente.

O conhecimento químico só é válido se servir para um melhor entendimento das coisas, dos fatos e fenômenos diversos que nos cercam. Não interessa, a não ser para o profissional da área, a informação técnica destituída de utilidade cotidiana. Enfim, as competências e habilidades cognitivas e afetivas desenvolvidas no ensino de Química deverão capacitar os alunos a tomarem suas próprias decisões em situações problemáticas, contribuindo assim para o desenvolvimento do educando como pessoa humana e como cidadão (SILVA; CAVALCANTE; NOBREGA, 2011).

Para Rebelo, Martins e Pedrosa (2008), os professores de Ciências/Química são, nos sistemas educativos, determinantes para a melhoria qualitativa da educação científica formal, estabelecendo, em última análise, o sucesso ou o fracasso de qualquer reforma ou inovação curricular nessas áreas. No quadro das finalidades que percebem para a educação científica formal e das experiências e vivências profissionais que se lhes afigurem relevantes, cabe-lhes reinterpretar e implementar documentos oficiais e recursos didáticos.

Já para Carvalho (2013), o papel do professor é visto, na prática, como algo apenas técnico e muitas vezes incoerente, ou seja, cabe ao professor somente aplicar a teoria produzida nas Universidades à sua prática na escola. Ainda diz que o objetivo principal da educação científica, voltada à prática experimental é proporcionar, ao aluno, prazer em desenvolver habilidades que lhe conduzam à busca por explicações lógicas do que lhe é desconhecido, incorporando as práticas de pesquisa científicas. Entretanto, Mendes (2018, p.13) explica que

a Química é uma ciência intrinsecamente experimental, e levando em consideração o papel que a experimentação teve para o desenvolvimento e consolidação da Química como ciência, devemos também considerar o emprego da experimentação em seu ensino.

A autora também pontua a importância e alguns objetivos que a experimentação deve buscar alcançar no ensino de Química: i) contribuir com a aprendizagem conceitual, procedimental e atitudinal dos alunos; ii) integrar a teoria e a prática como dimensões não antagônicas da construção do conhecimento; iii) problematizar o entendimento sobre a natureza da ciência e do fazer científico; iv) favorecer o diálogo, a escrita, a leitura e questionamentos reconstrutivos, a argumentação e a comunicação; v) considerar os conhecimentos prévios e alternativos dos alunos como ponto de partida e buscar sua reelaboração teórico-conceitual; vi) explorar problemas significativos e relevantes para os alunos de modo a possibilitar investigações, análises críticas de situações concretas e da construção científica e; vii) valorizar o erro como oportunidade de aprendizado e de reinício do trabalho experimental e não como uma simples falha (MENDES, 2018).

De acordo com Alves, Lima e Marcondes (2012), os professores precisam analisar suas concepções e suas ações relacionadas ao ensino experimental para que percebam que uma atividade prática pode ir além da comprovação, ou seja, não envolver somente aspectos conceituais, mas atitudinais e afetivos. Conforme as Orientações Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2002), os alunos trazem, em sua bagagem cultural, vários conhecimentos sobre fenômenos naturais que construíram fora do espaço escolar, e os utilizam na explicação dos fenômenos ou processos que observam em seu dia a dia. Muitas vezes, constroem até mesmo modelos explicativos consistentes e diferentes daqueles elaborados pela ciência. Nessa perspectiva, Souza e Chapani (2015) defendem a necessidade de o professor mediar situações, práticas problematizadoras, que propiciem a investigação, a exploração da curiosidade, espontaneidade, capacidade comunicativa e indagativa dos alunos, possibilitando reflexões para que naturalmente tenham o domínio dos conceitos científicos.

A partir de um interesse na relação entre teoria e prática no processo de ensino e aprendizagem de Química e da consideração de que a formação de conceitos no sujeito é um processo longo, dinâmico e mediado socialmente,

apresentamos um recorte de um teste escrito e de entrevista realizado por Echeverría no ano de 1996, com alunos de segunda série do nível médio sobre o ensino de soluções. Tanto no teste como nas entrevistas, foram apresentados aos alunos os conceitos necessários para que estabelecessem as relações que poderiam ajudá-los a compreender e explicar a dissolução do sal e do açúcar na água. Os resultados mostraram que ainda assim, os estudantes tiveram dificuldades em estabelecer relações entre os conceitos estudados com prática e fazer generalizações (ECHEVERRÍA, 1996). Neste sentido, defendemos a importância do professor selecionar uma abordagem de ensino fundamentada para que os estudantes, mediante uma situação-problema de seu interesse, realmente possam buscar soluções por meio da experimentação investigativa e relacionar os fenômenos observados a nível macroscópico com o nível microscópico e assim permitir a compreensão da linguagem química, formulações simbólicas (reações, fórmulas, equações, modelos, gráficos) e conceitos.

Com o objetivo de contribuir com um ensino Químico mais conciso, realista e que tenha significado para o estudante, apresentamos uma proposta experimental investigativa para determinação de vitamina C em sucos de laranja “*in natura*” aplicável em aulas de Química da Educação Básica. No discorrer do texto será possível notar que além da contextualização do tema com o cotidiano, são exploradas questões técnicas e conceituais relacionadas a conteúdos importantes como o preparo de soluções, diluições, cálculos de concentração de soluções e reações de oxirredução.

MATERIAIS E MÉTODOS

Nesse estudo, apresentamos um método alternativo de iodometria para determinação de vitamina C em suco de laranja e possibilidades para explorar e contextualizar a Química a partir da experimentação investigativa, de uma forma que estimule a participação, a curiosidade e a aprendizagem dos estudantes. Segundo Mendes (2018) a abordagem experimental investigativa, parte de problemas e questões do interesse do estudante e exige envolvimento teórico e prático intenso dos indivíduos e aproxima-os do ensino pela pesquisa.

Método titulométrico alternativo com tintura de iodo para determinação do teor de vitamina C em suco de laranja

Para determinação do teor de vitamina C em suco de laranja “*in natura*”, adaptou-se o método de iodometria proposto por Romero, Silva e Kioranis (2015), que propõe a determinação da vitamina C utilizando os fundamentos da titulação iodométrica. O método requer materiais de fácil acesso em farmácias e supermercados: solução de iodo 2%; solução de amido de milho, como indicador e comprimidos de vitamina C para o preparo das amostras.

Antes de determinar o teor de vitamina C nos sucos “*in natura*”, construiu-se uma curva de calibração, pela titulação de soluções padrão de comprimidos de vitamina C com solução de iodo 2%, que foi diluída a 1% com etanol 98% (1:1). O método consistiu em:

a) *preparo de uma solução indicadora de amido*: em um béquer de 500 mL, adicionou-se 200 mL de água filtrada e dissolveu-se uma colher de chá cheia de amido de milho, que foi aquecido até a solução ficar transparente.

b) *preparo de soluções padrão de vitamina C*: as soluções padrão foram preparadas a partir do uso de um comprimido de vitamina C (1000 mg), que foi dissolvido em água destilada em um balão volumétrico de 500 mL, chamada de solução A. Após o preparo da solução A, procedeu-se com as diluições, cujo modo de preparação e teor de vitamina C estão informados na tabela 1.

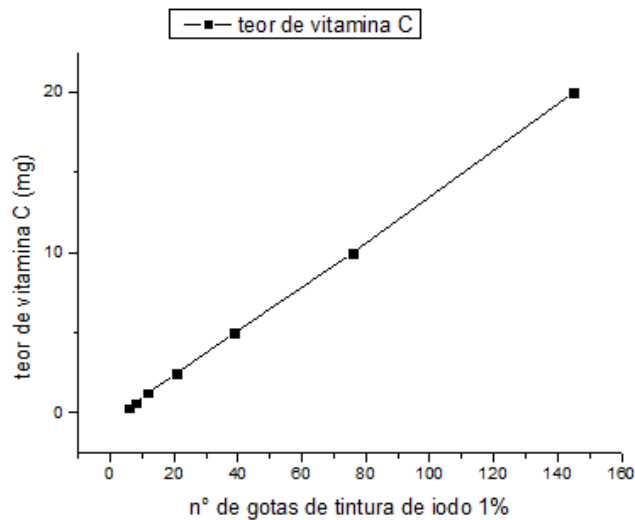
c) *construção da curva de calibração*: adicionou-se 10 mL da solução de amido em um erlenmeyer e uma alíquota de 10 mL da solução padrão de vitamina C. A seguir, adicionou-se gota a gota de solução de iodo 1% sobre as amostras com auxílio de uma bureta, agitando constantemente, até a coloração azul persistente. Estas titulações foram realizadas em triplicata. A tabela 1 mostra o volume em gotas de solução de iodo 1%, gasto na titulação dos padrões.

Com os resultados obtidos na titulação da solução padrão de vitamina C, foi construída a curva de calibração por meio do programa OriginPro® 9.0, plotando-se o número de gotas da tintura de iodo (no eixo das abscissas) e os teores de vitamina C em cada alíquota (no eixo das ordenadas). A figura 2 mostra a curva de calibração e a equação obtida para o cálculo do teor da vitamina C. A equação referente à curva foi: $y = 0,50646 + 0,14082.x$ e o R^2 foi igual a 0,99979.

Tabela 1. Modo de preparo das soluções, teor de vitamina C (mg/ 10mL de suco) e volume em gotas e de solução de iodo 1% gasto na titulação dos padrões

Solução	Modo de preparo das soluções padrão	Teor (mg/10 mL)	Volume de solução de iodo
A	Comprimido de vitamina C + 500 mL de água destilada	20	145 ± 1,00
B	10 mL da solução A + 10 mL de água destilada	10	76,0 ± 1,00
C	10 mL da solução B + 10 mL de água destilada	5	39,0 ± 1,00
D	10 mL da solução C + 10 mL de água destilada	2,5	21,0 ± 1,20
E	10 mL da solução D + 10 mL de água destilada	1,25	12,0 ± 0,70
F	10 mL da solução E + 10 mL de água destilada	0,625	8,00 ± 1,00
G	10 mL da solução F + 10 mL de água destilada	0,3125	6,00 ± 0,70

Figura 2: Curva de calibração para análise da vitamina



(Fonte: Própria)

A análise volumétrica na qual o iodo é empregado como titulante chama-se iodimetria ou titulação iodométrica. Devido a propriedade antioxidante, a vitamina C promove a redução do iodo (I_2) a iodeto (I^-), que é incolor quando em solução aquosa e na ausência de metais pesados. Neste trabalho, sugere-se a utilização de solução de iodo (lugol) como reagente alternativo para determinação da vitamina C no padrão e em sucos de laranja “*in natura*”. O lugol é uma mistura de 1% de iodo e 2% de iodeto de potássio (KI), que forma o ânion triiodeto (I_3^-). Dessa forma, quanto mais ácido ascórbico um alimento contiver, maior será a quantidade de gotas da solução de iodo necessária para oxidação da vitamina C e redução do íon iodeto. A reação finaliza após oxidação completa do ácido ascórbico, visualizado pela alteração da coloração do meio reativo de incolor para azul, que ocorre devido a complexação do íon iodeto pela amilose do amido (SANTOS *et al.*, 2010).

Teor de vitamina C nos sucos de laranja

Para este estudo, foram selecionadas diferentes espécies de laranja: laranja pera, laranja lima, laranja baía comum e laranja baía importada. Estas laranjas foram escolhidas devido ao grande consumo e por serem frutas comuns na região. Os sucos de laranja foram preparados no exato momento da titulação, já que a vitamina C, em temperatura ambiente, tem grande poder de oxidação. Em um erlenmeyer de 50 mL, adicionou-se 10 mL da solução de amido e uma alíquota de 10 mL do suco de laranja. Com auxílio de uma bureta de 50 mL, adicionou-se a tintura de iodo, gota a gota, sobre a amostra, agitando constantemente, até coloração azul persistente. Anotou-se o número de gotas de solução de iodo 1% gastos na titulação. As titulações foram feitas em triplicata. Para determinar o teor de vitamina C nos sucos de laranja, aplicou-se o número de gotas de tintura de iodo gastos na titulação na equação obtida na curva de calibração padrão (Fig. 2).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da curva de calibração plotada na titulação do padrão de vitamina C com solução de iodo 1% (Fig. 2) foi possível determinar o teor de vitamina C nos sucos de laranja (Tabela 3) e fazer comparações a estudos realizados por Romero; Silva; Kiouranis (2015), com as mesmas espécies.

Tabela 3. Titulação dos sucos de laranja e teor de vitamina C

Laranjas	Volume em gotas de solução de iodo 1%	Teor (mg/10 mL)	Literatura*
Suco de laranja pera	45	6,8	5,1
Suco de laranja lima	29	4,6	6,3
Suco de laranja baia comum	46	6,9	3,9
Suco de laranja baia importada	31	4,8	**

Fonte: Dados do trabalho

* (ROMERO; SILVA; KIOURANIS, 2015)

** Não foram encontrados valores na literatura

De acordo com o Ministério da Agricultura e do Desenvolvimento (BRASIL, 2000), o teor mínimo de vitamina C em sucos de laranja é de 25 mg/100 mL, ou seja, 2,5 mg/10 mL de suco. Estudos realizados por Pacheco (2011) indicam que 200 mL de suco de laranja contém 100 mg de vitamina C, ou seja, 5 mg/10 mL. Ao observar os resultados do teor de vitamina C dos sucos de laranja avaliados neste trabalho, todos estão de acordo com a legislação. Vale ressaltar que o teor de vitamina C na fruta depende de vários fatores, entre eles, fatores climáticos e geográficos, o que faz com que haja a variação desta vitamina, conforme a literatura consultada (ROMERO; SILVA; KIOURANIS; 2015). Além disso, a simplificação do método, utilizando materiais e reagentes de baixo custo e facilmente encontrados, pode desencadear erros de análise (ROMERO; SILVA; KIOURANIS, 2015). Os resultados referentes ao teor de vitamina C deste trabalho, vão ao encontro dos estudos realizados por Pacheco (2011), que mostra em suas tabelas de composição por porção de alimentos, que um copo de 200 mL de suco de laranja possui 100 mg de vitamina C (5 mg/10 mL de suco). Assim, se um adulto consumir diariamente um copo de suco de laranja consumirá a quantidade mínima necessária (60 mg diários) para o organismo empreender as reações metabólicas sem deficiência da vitamina C (FIORUCCI; SOARES; CAVALHEIRO, 2003).

O desenvolvimento deste trabalho traz uma possibilidade alternativa e de baixo custo para aplicação do método de determinação da vitamina C no ensino de Química, considerando que geralmente são empregados métodos espectrofotométricos, que são caros e restritos para laboratórios industriais. Ainda, muitas instituições de ensino, tanto públicas, quanto particulares não possuem laboratórios de Química, materiais e reagentes que possibilitem a realização de uma atividade prática, fazendo-se necessárias adaptações em outros locais para que a experimentação seja efetivada, bem como a substituição de materiais e reagentes convencionais por alternativos (SILVA, 2011; ASSUMPÇÃO *et al.*, 2010). Neste sentido, o professor é desafiado a trazer a

Química para perto do aluno, levando, para sala de aula, materiais alternativos e novas abordagens de ensino, para aproximá-la de sua realidade e mostrar que ela está inserida no seu cotidiano (LIMA; VASCONCELOS, 2006).

O método apresentado para diluição da solução padrão de vitamina C pode ser utilizado pelo professor de Química da Educação Básica como abordagem experimental para diferenciar os conceitos diluição e dissolução: diluir significa adicionar solvente a uma solução já existente, fazendo com que sua concentração diminua, já o termo dissolver significa adicionar soluto ao solvente. A diluição é uma alternativa bastante utilizada em laboratórios e indústrias, pois a diversidade de produtos requer soluções de concentrações variadas (ANTUNES *et al.*, 2013).

Este trabalho mostra possibilidades para realização de práticas investigativas contextualizadas com o cotidiano que estimulem o interesse, a criatividade, a participação assídua dos estudantes nas atividades teóricas e práticas, na logicidade, coerência, argumentação científica e fundamentação nos trabalhos produzidos. Em consonância com Monteiro; Rodrigues; Santin Filho (2017), que consideram que as aulas experimentais podem ser eficientes para propiciar o entendimento de conteúdos químicos, facilitando a aprendizagem, desde que a abordagem do experimento nessas aulas seja de caráter investigativo. Isto porque, em atividades experimentais com abordagem investigativa, propõe ao aluno uma situação-problema que deve ser resolvida. Nesse processo, o aluno desempenha papel ativo em sua aprendizagem e, ao professor, cabe orientá-lo na busca de soluções. Como situações-problema que podem ser abordadas em conjunto com o procedimento alternativo proposto nesse artigo pode-se citar:

1. Diferenças entre sucos naturais e industrializados;
2. Função de aditivos em alimentos; e
3. Fontes e importância das vitaminas.

No primeiro caso, o problema se concentra nas diferenças entre os dois tipos de produto, que podem se estender para outros componentes por meio de pesquisas e leitura de rótulos. O objetivo da discussão são as vantagens e desvantagens em se consumir cada produto. Os conteúdos químicos abordados podem ser concentração e diluição, por exemplo.

No segundo exemplo o problema consistirá na discussão sobre a necessidade e a importância dos aditivos nos alimentos para manter nosso estilo de vida e que tipo de problemas a inclusão dessas substâncias pode trazer. Nesse caso pode-se estudar em conjunto as características dos compostos orgânicos e inorgânicos, sua interação com o organismo em função de forças intermoleculares, da presença de insaturações; nomenclatura e classificação de compostos e suas propriedades físico-químicas. Em ambos os casos, a interdisciplinaridade pode ser feita com Matemática, no momento da construção da curva de calibração, e com Sociologia, no estudo dos direitos do consumidor, por exemplo.

Por fim, no terceiro caso, pode-se também estudar nomenclatura e propriedade dos compostos orgânicos, extrapolando para as outras biomoléculas, incluindo outros assuntos como isomeria. A interdisciplinaridade pode ser feita em conjunto com a Biologia, no estudo de citologia e fisiologia, por exemplo.

Considerando os exemplos acima, pode-se perceber que a atividade abre um leque variado de opções que podem ser exploradas em conjunto com o experimento, conforme a organização curricular proposta pelo professor.

CONCLUSÃO

Os processos químicos estão, sem dúvida, presentes em nossas vidas, mas aprender Química exige muito mais que a observação dos fenômenos, sejam estes naturais ou criados pelo homem. Para Moran, Masetto e Behrens (2006) pode-se extrair alguma informação ou experiência de tudo, de qualquer situação, leitura ou pessoa, que possa ajudar o indivíduo a ampliar conhecimento, para confirmar o que já sabe ou rejeitar determinadas opiniões. Um dos grandes desafios para o educador é ajudar a tornar a informação significativa, escolher as verdadeiramente importantes, a compreendê-las de forma cada vez mais abrangente e profunda. Os autores acreditam que o educando aprende melhor, quando vivencia, experimenta, sente e descobre novos significados, antes despercebidos. Ou seja, o estudante aprende mais, quando consegue estabelecer pontes entre a reflexão e a ação, entre a experiência e a conceituação, entre a teoria e a prática: quando uma completa a outra.

Como é possível observar no decorrer deste artigo, o tema vitamina C pode ser utilizado no ensino de Química para contextualizar vários conceitos, tais como, relação entre estrutura e propriedades físicas e químicas, cálculos químicos utilizando raciocínio proporcional para o preparo de soluções, diluições, titulação e reações de oxidação-redução. Este raciocínio vai ao encontro do pensamento de Carmo e Marcondes (2008), que consideram importante o desenvolvimento do tema soluções a nível microscópico no Ensino Médio, pois tópicos como transformações químicas, eletroquímica e equilíbrio químico poderiam atingir um melhor nível de compreensão e noções como: ligações químicas, substâncias, modelo particular da matéria, interações químicas em níveis diferentes em suas estruturas conceituais também poderiam ser retomados pelos estudantes.

Neste cenário, acreditamos que práticas investigativas, como a apresentada nesse trabalho, podem ser propostas como estratégia de ensino baseada em um tratamento de situação-problema mediante um trabalho de pesquisa. Além disso, ações práticas problematizadoras e investigativas, relacionados com o cotidiano, sejam elas realizadas em laboratório específico ou em sala de aula, motivam a participação e a curiosidade dos alunos, corroborando com a compreensão adequada dos conceitos químicos. Este modo de fazer ciência rompe com a ideia da experimentação ilustrativa, tradicional ou de verificação e promove um aprendizado mais significativo para os estudantes, contribuindo para a formação cidadã participativa, na qual o cidadão consegue discutir uma situação, avaliar possíveis soluções e tomar decisões com base no conhecimento científico.

Determination of vitamin C in orange juice: an experimental research proposal for application in Chemistry teaching

ABSTRACT

Considering the importance of the experimental classes and the difficulties founded by many Chemistry teachers considering this practice, this study aimed to present an investigative experimental approach by means of an alternative method of vitamin C determination in orange juice. For this work, the vitamin C content was evaluated in 4 species of oranges commercialized in the region by the oxirreduction titration method, using lugol as an alternative reactant. The results were in agreement with the Ministry of Agriculture and Development, which determines a minimum content of 2.5 mg of vitamin C in 10 mL orange juice. The article also presents historical, sociological, chemical and biological aspects of vitamin C, which allow a critical reading and possibilities of contextualization with the experimental practice. At the end, are presented possibilities to apply this experiment during Chemistry classes are presented.

KEYWORDS: Vitamin C. Chemistry teaching. Experimentation.

REFERÊNCIAS

- ALVES, F. E.; LIMA, V. A.; MARCONDES, M. E. R. O ensino experimental como ferramenta metodológica em um processo de formação continuada na perspectiva da reflexão orientada. In: Encontro Nacionais de Ensino de Química, 15, **Anais...** Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2012.
- ANTUNES, M. T. et. al. Ser Protagonista. **Química**, 2ºano. 2 ed. São Paulo: Editora SM, 2013
- ASSAI, N. D. S.; FREIRE, L. I. F. A utilização de atividades experimentais investigativas e o uso de representações no ensino de cinética química. **Experiências em Ensino de Ciências**. v. 12. n. 6, 2017.
- ASSUMPÇÃO, M. H. M. T. et al. Construção e adaptação de materiais alternativos em titulação ácido base. **Eclét. Quím.**, v. 35, n. 4, São Paulo, 2010.
- BELCHIOR, L. G.; BUENO, S. M. Vitamina C: breve estudo e determinação do seu teor em comprimidos efervescentes de diferentes marcas comerciais disponíveis em drogarias da cidade de São José do Rio Preto – SP. **Revista Científica UNILAGO**. v. 1, n. 1, 2014.
- BRASIL – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 01, de 7 de janeiro de 2000**. Regulamento técnico para fixação dos padrões de identidade e qualidade para suco de laranja. Disponível em: <www2.agricultura.rs.gov.br/uploads/126989581629.03_enol_in_1_00_mapa.do>. Acesso em: 13 de jun. 2018.
- _____ - Ministério da Educação. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: 2002.
- _____ – Ministério da Saúde – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Consulta Pública nº 80, de 13 de dezembro de 2004**. D.O.U de 17/12/2004. Disponível em: <<http://www4.anvisa.gov.br/base/visadoc/CP/CP%5B8989-1-0%5D.PDF>>. Acesso em: 26 de jul. 2018.
- CARMO, M. P.; MARCONDES, M. E. R. Abordando soluções em sala de aula – uma experiência de ensino a partir das ideias dos alunos. **Química Nova na Escola**. n. 28, maio de 2008.
- CARVALHO, D. M. F. **Oxidação da vitamina c em água clorada: uma abordagem educacional**. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química). 45 f. Universidade Estadual de Goiás, 2013. Disponível em:

CYPRIANO, D. Z. et al. A biomassa da laranja e seus subprodutos. **Rev. Virtual Quim.** v 9. n 1, pp. 176-191, 2017.

ECHEVERRÍA, A. R. Como os estudantes concebem a formação de soluções. **Química Nova na Escola.** n° 3, 1996.

FABER, D. **O Milagre das Vitaminas.** 1°. Edição. São Paulo: Fundo de Cultura, 1965.

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

FIORUCCI, A. R.; SOARES, M. H. F. B.; CAVALHEIRO, E. T. G. A importância da vitamina C na sociedade através dos tempos. **Química Nova na Escola.** n 17, 2003.

GERALDINI, F. Suco de laranja pode auxiliar na prevenção de doenças e retardar o envelhecimento. **Revista Hortifruti Brasil.** Ed. Especial. Ano 15. n.156, 2016.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola.** v. 31, 2009.

GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A. Contribuições Pedagógicas e Epistemológicas em Textos de Experimentação no Ensino de Química. **Investigação em Ensino de Ciências,** v. 11, n. 2, p. 219-238, 2006.

LABSYNTH. **Ficha de informações de segurança de produtos químicos.** Maio 2010. Disponível em:
<<http://www.hcrp.fmrp.usp.br/sitehc/fispq/%C3%81cido%20Asc%C3%B3rbico.pdf>>. Acesso em: 06 de jun. 2018.

LEMES, F. **Tempo bom para a citricultura paranaense.** 2006. Disponível em:
<<http://www.paginarural.com.br/noticia/32016/tempo-bom-para-a-citricultura-paranaense>>. Acesso em: 09 de maio 2018.

LIMA, K. E. C.; VASCONCELOS, S. D.; Análise da metodologia de ensino de ciências nas escolas da rede municipal de Recife. **Ensaio.** Rio de Janeiro, v.14, n.52. 2006.

MARES, A. **Mitos e verdades sobre vitamina C.** CASA – Centro de Alimentação Saudável. Agosto de 2007. Disponível

em:<<http://casaunb.blogspot.com/2007/08/mitos-e-verdades-sobre-vitamina-c.html>>. Acesso em: 07 de jun. 2018.

MENDES, M. **Experimentos de química geral na perspectiva da química verde**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2018.

MONTEIRO, P.C.; RODRIGUES, M.A.; SANTIN FILHO, O. Experimentos com abordagem investigativa propostos por licenciandos em Química. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 9, **Anais...**, 2017.

MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. Novas tecnologias e mediação pedagógica. **Papirus**: Campinas, 2006.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. H. Meaning making in secondary science classroom. Maidenhead: **Open University Press/McGraw Hill**, 2003.

NIEZER, T. M; FOGGIATTO, R. M. C.; FABRI, F. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade no ensino de soluções químicas: estudo sobre o tratamento da água. **Revista Ibero-Americana De Educação**. v. 68, n. 1, 2015.

NOGUEIRA, F. S. **Teores de ácido l-ascórbico em frutas e sua estabilidade em sucos**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). 84 f. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campo dos Goytacazes. 2011.

NUNES, T. A. et al. Análise do consumo de fontes de vitamina C entre os estudantes da UFERSA/RN. **Exatas Online**. v 4. n. 1, 2013.

OROFINO, P. S. et al. Experimentação problematizadora para o ensino de conceitos físicos. In: Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, 4, **Anais....** Ponta Grossa, 2014.

PACHECO, M. Tabela de equivalentes, medidas caseiras e composição química dos alimentos. 2 ed. **Rúbio**: Rio de Janeiro, 2011.

REBELO, I. S.; MARTINS, I. P.; PEDROSA, M. M. Formação contínua de professores para uma orientação CTS do ensino de Química: um estudo de caso. **Química Nova na Escola**. n. 27, 2008.

ROMERO, A. L.; SILVA, E. L.; KIOURANIS, N. M. M. Teor de vitamina C em sucos de frutas: uma proposta de atividade experimental. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 5, **Anais...**, 2015.

SANTOS, C. V. et al. A química perto de você: experimentos de baixo custo para a sala de aula do ensino fundamental e médio. São Paulo: **Sociedade Brasileira de Química**, 2010.

SCHAEFER, J.; SANTOS, T. **Vitaminas: vitamina C (ácido ascórbico). PIBID e o ensino de Química**, 2014. Disponível em:
<<http://quipibid.blogspot.com/2014/09/vitaminas-vitamina-c-acido-ascorbico.html>>. Acesso em: 04 de jun. 2018.

SILVA, F. E. **A Interdisciplinaridade nos livros de Química no Ensino Médio**. Monografia (Licenciatura em Química). Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza, 2011.

SILVA, F. L. A.; FERREIRA, G. A. L.; SILVA, R. R. A procura da vitamina C. **Química Nova na Escola**. n. 2. 1995.

SILVA, J. L.; MOURA, C. L. Determinação de vitamina C presente em sucos naturais e industrializados. **Brazilian Educational Technology: research and learning**. v. 3. n. 1. p. 1-11. 2012

SILVA, J. V.; CAVALCANTE, K. V.; NOBREGA, J. A. Cotidianização do ensino de química orgânica no ensino médio. In: Congresso Norte-Nordeste de Química, 4, e Encontro Norte-Nordeste de Ensino de Química, 2, **Anais...**, Natal, 2011.

SILVA, N. M. R; SILVA, W. D. A; PAULA, N. L. M. O ensino de química frente à experimentação: conhecendo diferentes realidades. **Redequim**. v. 2, n. 2. 2016.

SILVA, P. T. et al. Sucos de laranja industrializados e preparados sólidos para refrescos: estabilidade química e físico-química. **Ciênc. Tecnol. Aliment**. v. 25. n. 3, pp. 597-602, Campinas, 2005

SUART, R. de; MARCONDES, M. E. R. Atividades experimentais investigativas: habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, 14, **Anais....** Curitiba, 2008.

SOUZA, A. L. S.; CHAPANI, D. T.; Necessidades formativas dos professores que ensinam ciências nos anos iniciais. **Práxis Educacional**. v. 11, n. 19 pp. 119-136 Vitória da Conquista, 2015.

VILARTA, Roberto et. al. Alimentação saudável e atividade física para a qualidade de vida. Campinas: **Ipes Editorial**, 2007.

ZANON, D. A. V.; OLIVEIRA, J. R.S.; QUEIROZ, S. L.; O “saber” e o “saber fazer” necessários à atividade docente no ensino superior: visões de alunos de pós-graduação em Química. **Rev. Ensaio**. v.11 n. 1. Belo Horizonte, 2009.

Recebido: 2018-08-28

Aprovado: 2018-11-11

DOI: 10.3895/rbect.v12n3.8674

Como citar: BUENO, D. M. A.; GOMES, S. I. A. A.; GIUSTI, E. D.; STADLER, J. P. Determinação da vitamina C em suco de laranja: uma proposta experimental investigativa para aplicação no ensino de química. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, v. 12, n. 3, 2019. Disponível em:

<<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/8674>>. Acesso em: xxx.

Correspondência: João Paulo Stadler - joao.stadler@ifpr.edu.br

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

