

TEOR DE VITAMINA C EM SUCOS DE FRUTAS: UMA PROPOSTA DE ATIVIDADE EXPERIMENTAL

VITAMIN C VERIFICATION IN FRUIT JUICES: A PROPOSAL OF EXPERIMENTAL ACTIVITY

Adriano Lopes Romero¹, Expedito Leite da Silva², Neide Maria Michellan Kiouranis³

¹Universidade Estadual de Campinas/Programa de Pós-Graduação em Química, aromero@iqm.unicap.br

²Universidade Estadual de Maringá/Departamento de Química, elsilva@uem.br

³Universidade Estadual de Maringá/Departamento de Química, nmmkiouranis@uem.br

Resumo

Este artigo apresenta aspectos científicos, históricos e cotidianos da vitamina C, procurando explorar os conceitos químicos de uma forma contextualizada. No desenrolar do artigo é descrita uma maneira simples para determinar o teor de vitamina C em sucos de frutas utilizando materiais e reagentes de baixo custo e facilmente encontrados. Trata-se de um experimento que pode ser realizado em qualquer escola de ensino médio, englobando conhecimentos químicos de diferentes dimensões. O processo investigativo permitiu constatar que o teor de vitamina C, praticamente não se alterou no decorrer de dois dias, possibilitando um novo olhar sobre suas propriedades e aplicações em situações da vida cotidiana.

Palavras-chave: atividade experimental; vitamina C; contexto.

Abstract

In this article presents scientific, historical and daily aspects of the vitamin C, trying to explore chemical concepts in a contextualized way. We describe a very simple method for determination of vitamin C in fruit juices, using low-cost reagents and materials, usually available in brazilian high-school laboratories. This experiment can be accomplished in any high-school, including chemical knowledge of different dimensions. Besides, the investigative process allowed to verify that the vitamin C contents, practically didn't change, in elapsing of two days, and it could make possible a new way of looking on its properties and applications in daily life situations.

Keywords: experimental activity, vitamin C, context.

1. INTRODUÇÃO

O tema vitamina C pode ser utilizado no Ensino Médio para contextualizar vários conceitos de química, dentre eles estão mais evidentemente expostos neste trabalho, a estereoquímica, relação entre estrutura-propriedade química e cálculos químicos utilizando relações simples (raciocínio proporcional).

Na abordagem do tema para uma aprendizagem ativa e significativa, é fundamental que as atividades sejam elaboradas para provocar a especulação, a construção e a reconstrução de idéias. Nessa perspectiva, as possibilidades geradas dessa temática podem servir simultaneamente à várias finalidades, sendo uma delas, a ênfase nas previsões que os alunos podem fazer, nas discussões sobre os fundamentos da evolução dos conteúdos conceituais envolvidos, compreendendo as implicações teóricas e práticas da ciência como construção humana.

O tema vitamina C pode apresentar-se como ferramenta útil para reconhecer o papel da química no sistema produtivo, industrial e rural, bem como as relações entre o desenvolvimento científico e tecnológico da química e aspectos sócio-político-culturais. Ainda na perspectiva dos dados quantitativos, contempla o desenvolvimento de procedimentos, atitudes e valores, por meio de estimativas e medidas, que possibilitam a compreensão das relações proporcionais, classificações e outras correspondências presentes nos dados experimentais (PCN, 2000).

A primeira parte do artigo traz uma breve revisão sobre a história da vitamina C, suas principais propriedades e estabilidade em sucos de frutas e outros alimentos. Na seqüência, descreve uma atividade experimental para determinar o teor de vitamina C em sucos de frutas in natura e industrializados, assim como uma discussão dos sucos mais adequados para serem utilizados.

De maneira geral, existem amplas evidências de que quando os alunos se envolvem com experimentos, muitas vezes se queixam da abordagem específica da temática estudada, que deixa de propor tarefas interessantes que permitam a exploração de novas áreas da química. Sob as perspectivas atuais, aprendizagem é um processo dinâmico, no qual quem aprende constrói significados de forma ativa, a partir de experiências concretas. (JONG, 1996 ; IZQUIERDO, 2005).

Tradicionalmente, no ensino experimental de química é dado ênfase ao desenvolvimento de habilidades e ao produto do conhecimento científico. O problema que se coloca agora é o papel do experimento no ensino de química, especificamente, no da vitamina C. Assim, entendemos que as pesquisas realizadas com sucos de frutas conhecidas, trazendo um pouco da história e tentando desmistificar idéias alternativas acerca da estabilidade da vitamina C, possam trazer alguma contribuição que se soma aos resultados de pesquisas já disponíveis que influenciam para a melhoria do ensino de química.

1.1. Alguns aspectos da História da vitamina C

Durante as aventuras transoceânicas, os homens do mar alimentavam-se de carne de charque bovina ou de porco, com pão e rum, não havendo em sua dieta frutas e verduras. Dentro deste contexto surgia o escorbuto comprometendo as articulações e provocando inflamações das gengivas, perdas dos dentes e hemorragias causadas pelo rompimento das paredes dos vasos sanguíneos. O sistema imunológico deteriorava-se e o indivíduo morria, não era incomum perder grande parte da tripulação numa jornada marítima (Aranha et. al., 2001; Leite et. al., 2003; Batista ; Calvário, 2005; Fiorucci et. al., 2003). Entretanto, o escorbuto não afetou apenas as pessoas durante as longas viagens oceânicas, mas também a maioria dos povos do norte europeu que sofriam de escorbuto durante o inverno (FEJES et al., 2003; FIORUCCI et. al., 2003).

No início do século XVIII, pesquisadores observaram que uma boa dieta poderia prevenir o escorbuto, fato que tornou a batata (trazida da América do Sul a partir do século XVII) e os sucos de laranja e limão essenciais para prevenção. (Fiorucci et al., 2003). O estudo da relação entre a dieta e o escorbuto foi iniciado em 1747 por James Lind, médico da esquadra naval britânica. O estudo de Lind consistiu em tratamentos distintos a seis pares de homens com escorbuto, o único par que mostrou melhoria significativa foi aquele que recebeu frutas cítricas, duas laranjas e um limão (Manchester, 1998; Aranha et al., 2001; Fejes et al., 2003; Batista ; Calvário, 2005). Em 1753, James Lind publicou sua pesquisa no livro *Treatise of the Scurvy* (Figura 1.a), recomendando vários procedimentos para a cura do escorbuto, mas pouca atenção foi dada pelas autoridades da época e o escorbuto continuou a ser um problema para a esquadra britânica e para os exploradores (MANCHESTER, 1998; BATISTA ; CALVÁRIO, 2005).

Em 1928 enquanto o cientista húngaro Albert Szent-Györgyi (Figura 1.b) trabalhava com a natureza das oxidações dos nutrientes e sua relação com a produção de energia, isolou um fator redutor das glândulas supra-renais, com fórmula $C_6H_8O_6$, o qual batizou de "ácido hexurônico" (MANCHESTER, 1998; ARANHA et al., 2001; HIRST et al., 1933; FEJES et al., 2003; FIORUCCI et al., 2003).



Figura 1: Fotos de alguns pesquisadores que fizeram a história da vitamina C: A) James Lind frente a capa de seu livro *Treatise of the Scurvy*. B) Albert Szent-Györgyi*. C) Norman Haworth*. *Reproduzidas da página do Prêmio Nobel (<http://nobelprize.org/>)

Na mesma época, em 1932, Glen King e Waugh encontraram um composto idêntico no suco de limão que foi identificado como um fator antiescorbúptico, vitamina C. Pouco depois, em 1933, Edmund Hirst e Norman Haworth (Figura 1.c), a pedido de Szent-Györgyi que enviou uma amostra do ácido hexurônico, elucidando a estrutura da vitamina C (Figura 2) e sugeriram em conjunto com Szent-Györgyi a mudança do nome para ácido L-ascórbico, por inferência às suas propriedades antiescorbúpticas. Em 1965, a IUPAC confirmou o uso dos nomes ácido ascórbico ou ácido L-ascórbico para a vitamina C. Em 1937, Albert Szent-Györgyi e Norman Haworth com seus trabalhos relacionados a vitamina C, ganharam respectivamente o Prêmio Nobel de Medicina e Química (ARANHA et al., 2000; HIRST et al., 1933; FEJES et al., 2003; FIORUCCI et al., 2003).

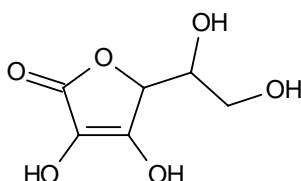


Figura 2: Estrutura do ácido ascórbico

No mesmo ano de 1933, Tadeus Reichstein (Figura 3.a), independentemente de Norman Haworth e seus colaboradores, realizou as sínteses do ácido D-ascórbico e do ácido L-ascórbico, que ainda hoje formam a base da produção industrial de vitamina C (ARANHA et al., 2001; FEJES et al., 2003; BATISTA & CALVÁRIO, 2005).

O ácido ascórbico tornou-se muito conhecido desde que Linus Pauling (Figura 3.b) 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 (Leite et al., 2003; Fejes et al., 2003; BARRET, 2005; Ferreira, 2004). Em 1970, Pauling anunciou em seu livro *Vitamin C and the Common Cold* que tomar 1000 mg de vitamina C diariamente reduziria a incidência de resfriados em 45% para a maioria das pessoas, mas que algumas precisariam quantidades maiores (a Ingestão Diária Recomendada para vitamina C é de 60 mg, ou seja, um copo de laranja por dia fornece mais do que a quantidade requerida, ver Tabela 1). Apesar das alegações de Pauling sobre megavitaminas carecerem da evidência necessária para aceitação pela comunidade científica, elas têm sido aceitas por um grande número de pessoas que carecem de conhecimento científico para avaliá-las (BARRET, 2005; FERREIRA, 2004).



Figura 3: Fotos de alguns pesquisadores que fizeram a história da vitamina C: A) Tadeus Reichstein. B) Linus Pauling. Reproduzidas da página do Prêmio Nobel (<http://nobelprize.org/>)

1.2. Propriedades químicas da vitamina C

O nome químico ácido ascórbico representa duas propriedades da substância, uma química e a outra biológica (proteção contra o escorbuto), já o termo vitamina C é utilizado como descrição genérica para todos os compostos que exibem atividade biológica qualitativa do ácido ascórbico (Aranha et al., 2000; Batista ; Calvário, 2002; Fiorucci et al., 2003). A vitamina C é um ácido, mas que claramente não pertence à classe dos ácidos carboxílicos, sua acidez natural em solução aquosa provém da ionização da hidroxila enólica no C-3 ($pK_{a1} = 4,17$), já a segunda ionização contribui pouco para sua acidez natural C-2 ($pK_{a2} = 11,79$). O valor de pK_{a1} da vitamina C é menor do que no ácido acético ($pK_a = 4,74$), este valor de pK_a similar de ácido carboxílicos é devido a estabilização por ressonância do íon ascorbato, Figura 4 (HARRIS, 2001; ARANHA et al., 2000; FIORUCCI et al., 2003).

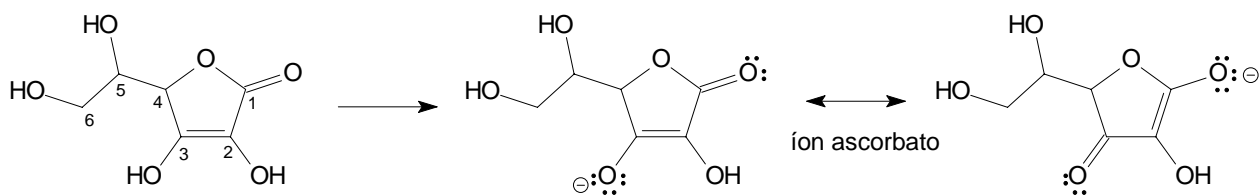


Figura 4: Estruturas de ressonância do íon ascorbato

O ácido ascórbico é uma α -cetolacetona com um anel planar de 5 membros, que possui uma dupla ligação entre os carbonos 2 e 3 e dois centros quirais nas posições 4 e 5 que fornece 4 estereoisômeros (Figura 5). Estudos comprovaram que a atividade antiescorbútica reside quase totalmente no ácido L-ascórbico, enquanto que, o ácido D-ascórbico possui fraca atividade antiescorbútica (ARANHA et. al., 2000).

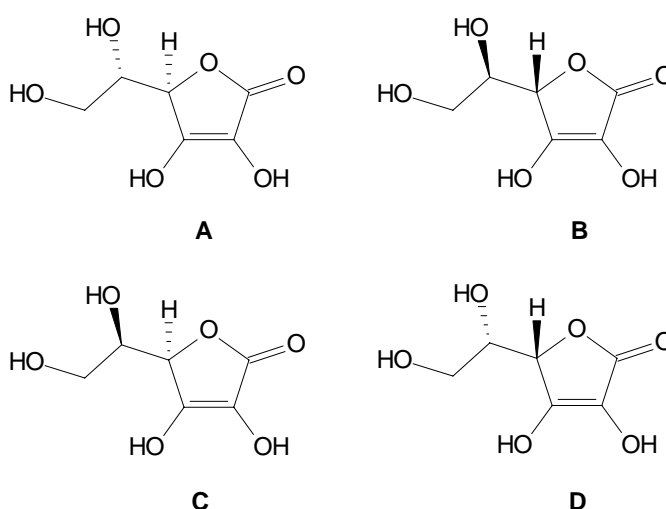


Figura 5: Estereoisômeros do ácido ascórbico: (A) ácido L-ascórbico; (B) ácido D-ascórbico; (C) ácido D-arboascórbico; (D) ácido L-arboascórbico.

O ácido ascórbico é uma substância de cor branca, estável em sua forma seca, porém se oxida com facilidade em solução aquosa. A excepcional facilidade com que essa vitamina é oxidada faz com que ela funcione como um bom agente oxidante: um composto que pode proteger outras espécies químicas de possíveis oxidações, devido ao seu sacrifício. A primeira etapa de sua oxidação é facilmente reversível e produz o ácido desidroascórbico (**Figura 6**), esta reação ocorre na presença de oxigênio e catalisador. O ácido desidroascórbico, forma oxidada da vitamina C, apresenta 75-80% da atividade do ácido ascórbico (ARANHA et. al., 2000; FIORUCCI et. al., 2003)

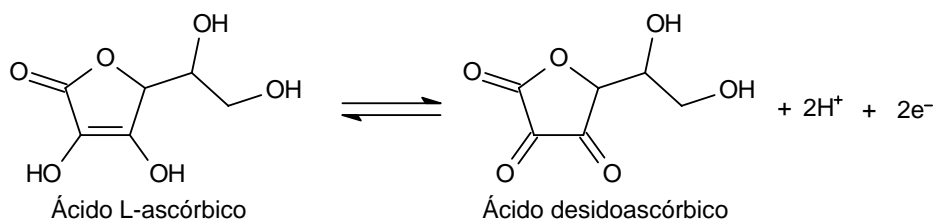


Figura 6: Equilíbrio entre o ácido ascórbico e sua forma oxidada

1.3. Estabilidade da vitamina C em sucos de frutas

A vitamina C corresponde ao grupo das vitaminas hidrossolúveis e devido a sua alta solubilidade em água não se armazena no corpo por um longo período de tempo, sendo eliminada através da urina. Por este motivo, é importante sua administração diária, uma vez que sua reserva se esgota mais rapidamente do que outras vitaminas (FIORUCCI et. al., 2003; ARANHA et.al., 2000). A Tabela 1 fornece o teor de vitamina C em algumas frutas.

Tabela 1: Teor de vitamina C em algumas frutas (100g)

| Fruta | Teor de vitamina C (mg) |
|--------------|--------------------------------|
| Abacaxi | 27,20 |
| Banana | 16* |
| Goiaba | 183,50 |
| Laranja | 57* |
| Laranja lima | 29,10 |
| Limão | 53,00 |
| Mamão | 79* |
| Manga | 27,70 |
| Melão | 94* |
| Morango | 64* |
| Pêssego | 26,80 |
| Tangerina | 42* |

*Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO

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, portanto, guardar suco de laranja ou limonada por muito tempo na geladeira não preserva a quantidade inicial da vitamina. A explicação segundo eles é devido ao poder do oxigênio presente no ar de oxidar a vitamina C, destruindo-a. Alguns estudos mostram que 1 mg de oxigênio decompõe aproximadamente 10 mg de vitamina C. Porém, segundo a Associação Brasileira dos Exportadores de Cítricos (ABECitrus) a vitamina C do suco recém-expremido é estável e não sofre perdas durante três dias de conservação em refrigeração, contrariamente à crença popular da perda imediata da mesma.

Além do papel nutricional, a vitamina C é comumente utilizada como antioxidante para preservar o sabor e a cor natural dos alimentos e em medicamentos para resfriados e gripes.

Os aspectos aqui considerados foram introduzidos como contribuição para se introduzir conteúdos de história e filosofia da ciência, no currículo de química do ensino médio. Evidentemente, são alguns aspectos que podem contribuir para humanizar a ciência e tornar os alunos mais estimulados e reflexivos, incrementando assim, a capacidade de pensamento crítico, podendo ainda contribuir para uma compreensão maior dos conteúdos científicos, no sentido de superar, como afirma Matthews (1994), o "mar de sentidos" que se abre durante os estudos da formação, transformação e propriedades dos materiais, sobre os quais, muitas vezes os alunos recitam fórmulas e equações, mas poucos conhecem sobre seus significados dificultando a compreensão da natureza da ciência.

O desafio de tornar o saber científico mais significativo para os alunos, não passa apenas pelas questões expostas, mas pela maneira simplista e ingênua que reforçam o distanciamento entre o senso comum e o conhecimento científico. Nesse sentido, a experimentação de maneira geral tem reforçado a idéia de ciência como produto pronto e inquestionável.

O experimento que trataremos a seguir foi adaptado da literatura e desenvolvido por um estagiário de Prática de Ensino de Química, como forma de ampliar o repertório de questionamentos sobre o papel da ciência e da tecnologia na sociedade e contribuir para a

formação do pensamento científico do aluno. Os estudos preliminares foram compartilhados com outros estagiários do Laboratório de Ensino de Química.

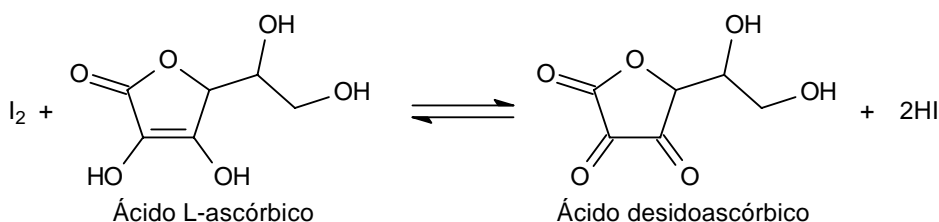
2. PARTE EXPERIMENTAL

Métodos para quantificar vitamina C são geralmente “caros” e restritos a laboratórios de pesquisa e de indústrias, sendo os métodos espectrofotométricos os mais utilizados (principalmente na indústria farmacêutica). No Brasil, para a quantificação de ácido ascórbico em medicamentos utiliza-se, como método oficial, a titulação com iodato de potássio. Já na indústria alimentícia, o método de Tillmans é o mais utilizado, este método é uma titulação baseada na redução do 2,6-diclorofenol-indofenol pela vitamina C (PAIM et al., 1998; HADDAD, 1977; CORREA NETO et al., 1999).

Nesta atividade experimental propomos a determinação do teor de vitamina C utilizando os fundamentos da titulação iodométrica, entretanto, utilizando materiais e reagentes de baixo custo e facilmente encontrados. Essa simplificação da titulação iodométrica, assim como qualquer simplificação de um método pode proporcionar erros na determinação.

2.1. Fundamentação Teórica

A reação entre iodo e vitamina C é rápida e quantitativa, é nesse fato que se baseia a titulação iodométrica para determinação de vitamina C (Wright, 2002). O ponto final da reação é visualizado usando solução de amido, que adquire coloração azul-escuro após toda vitamina C ter reagido (HARRIS, 2001).



A explicação segundo HARRIS (2001), para o surgimento da coloração azul é devido a reação entre o iodo em excesso na presença da goma de amido e de iodeto formando moléculas de I_6 que se complexa com o amido (**Figura 7**).

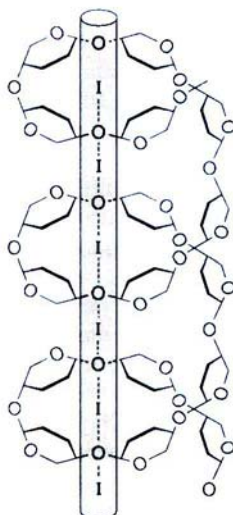


Figura 7: Estrutura esquemática do complexo amido-iodo (HARRIS, 2001).

O teor de vitamina C nos sucos *in natura* e industrializados será determinado por uma curva de calibração, que será construída utilizando como padrão a Aspirina[®] ou o Apracur[®] que contêm 240 e 50 mg de ácido ascórbico, respectivamente. Sugere-se o uso da Aspirina[®], uma vez que esta se encontra na forma de pó, o que facilita sua dissolução em água.

2.2. Desenvolvimento

Preparação da solução de amido: Colocar em um béquer de 500 mL (ou outro recipiente) 200 mL de água filtrada e dissolver uma colher de chá cheia de amido de milho (ou farinha de trigo), obtendo um mistura turva. Em seguida, aquecer o líquido até a solução ficar transparente.

Construção da curva de calibração: Preparar cinco soluções padrão cujo modo de preparação e teor de vitamina C estão informados na Tabela 2.

Tabela 2: Informações para preparar as soluções padrão e construção da curva de calibração

| Solução | Modo de preparar as soluções padrão | Teor de vitamina C (mg) | | Nº de gotas de tintura de iodo |
|---------|-------------------------------------|-------------------------|------------------|--------------------------------|
| | | Solução | Alíquota (10 mL) | |
| A | Aspirina + 100 mL de água | 240 | 24,0 | 60 |
| B | 50 mL da solução A + 50 mL de água | 120 | 12,0 | 30 |
| C | 50 mL da solução B + 50 mL de água | 60 | 6,0 | 15 |
| D | 50 mL da solução C + 50 mL de água | 30 | 3,0 | 8 |
| E | 50 mL da solução D + 50 mL de água | 15 | 1,5 | 4 |

Determine o número de gotas de tintura de iodo necessário para reagir com a vitamina C em cada solução, adicionando em um copo 20 mL da solução de amido e uma alíquota de 10 mL da solução preparada com o padrão. A seguir, pingar, gota a gota, a tintura de iodo no copo, agitando constantemente, até que apareça coloração azul. Caso a cor desapareça, continue a adição de gotas de iodo até que ela persista. Com esses dados construa a curva de calibração plotando os valores de número de gotas de tintura de iodo (no eixo das abscissas, x) e os teores de vitamina C em cada alíquota (no eixo das ordenadas, y). Para determinar o teor de vitamina C nos sucos basta determinar o número de gotas de tintura de iodo e utilizando a curva de calibração interpolar para o eixo das ordenadas.

Teor de vitamina C no suco de fruta: Extrair o suco no qual irá determinar o teor de vitamina C, em seguida adicione em um copo 20 mL da solução de amido e uma alíquota de 10 mL do suco. A seguir, pingar, gota a gota, a tintura de iodo no copo, agitando constantemente, até que apareça coloração azul. Anote o número de gotas adicionadas e determine o teor de vitamina C em cada caso utilizando a curva de calibração.

Cuidados: A tintura de iodo é uma solução alcoólica (50% de álcool), logo é inflamável. Informações sobre a toxicidade do iodo: A) A ingestão de iodo pode causar queimaduras severas na boca, garganta, estômago e causar dor abdominal, diarreia, febre e vômito. B) Os vapores de iodo irritam severamente e podem causar dano aos olhos, membranas mucosas e área respiratória. Evite cheirar a tintura de iodo, uma vez que existe uma certa volatilidade do iodo em solução (WRIGHT, 2002).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O procedimento descrito foi testado com sucos *in natura* de laranja (bahia, terra, pêra e lima), limão e ponkan; sucos industrializados Tampico[®], Caju dafruta e Tange[®] (pêssego, pêra e tangerina) e a curva de calibração para a vitamina C (Figura 8) utilizando tintura de iodo da Farmax[®].

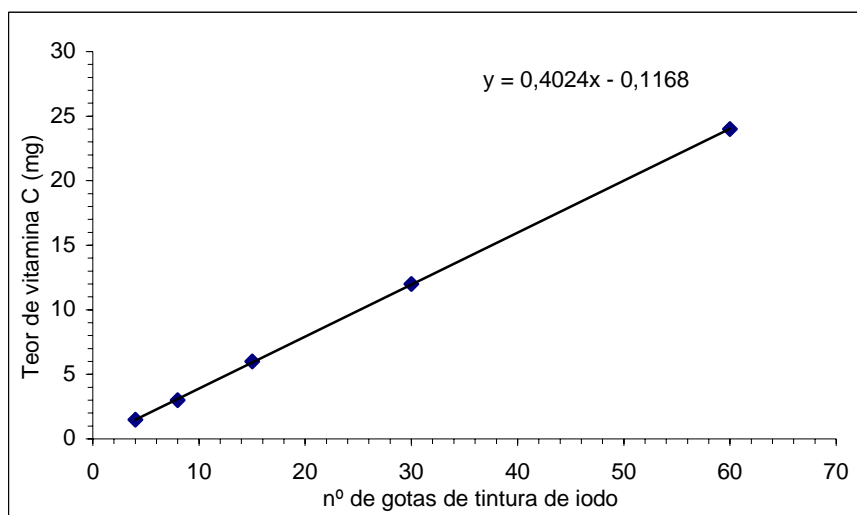


Figura 8: Curva de calibração para análise de vitamina C

Os teores de vitamina C determinados experimentalmente (utilizando a curva de calibração) e a qualidade da visualização do ponto final nos sucos *in natura* são apresentados na Tabela 3. Para efeito de comparação consideramos que 100 g da polpa da fruta corresponda a 100 mL de suco.

Tabela 3: Teor de vitamina C em sucos de frutas *in natura* determinado experimentalmente

| Suco | Nº de gotas de tintura de iodo | Teor de vit. C relatados na literatura (100 g) | Teor de vitamina C (mg/10mL) | Visualização do ponto final |
|---------------|--------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Laranja bahia | 10 | 94 ^a | 3,9 | Boa |
| Laranja perâ | 13 | 73 ^a | 5,1 | Boa |
| Laranja terra | 21 | c | 8,3 | Boa |
| Laranja lima | 16 | 59 ^a | 6,3 | Boa |
| Limão | 6 | 30,2 ^a | 2,3 | Muito boa |
| Ponkan | 8 | 42 ^a | 3,1 | Boa |

^a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO; ^b FRANCO, 1992. (deve ficar claro que o teor de vitamina C na fruta depende de fatores climáticos, geográficos, entre outros, o que faz haja uma discrepância no teor desta vitamina conforme a literatura consultada); ^c teor não encontrado na literatura.

Os teores de vitamina C nos sucos industrializados determinados para uma alíquota de 20 mL e a qualidade da visualização do ponto final são apresentados na Tabela 4. Para efeito de comparação com o teor informado no rótulo, ajustou-se o teor de vitamina C experimental utilizando raciocínio proporcional (regra de três). Os teores de vitamina C determinados experimentalmente para os sucos de tangerina e pêssego possuem um erro de 35% em relação ao valor informado no rótulo, isso pode ser atribuída a má visualização do ponto final devido a forte coloração destes sucos que mascaram o aparecimento da coloração azul.

Tabela 4: Teor de vitamina C em sucos de frutas industrializados determinados experimentalmente

| Suco | Teor de vitamina C no produto | Nº de gotas de tintura de iodo | Teor de vitamina C experimental (mg) | Erro (%) | Visualização do ponto final | |
|--------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|----------|-----------------------------|-----------|
| Tampico® | 18 mg/200 mL | 5 | 1,89 | 18,90 | 5,0 | Boa |
| Tange pêra | 70 mg/1000 mL | 4 | 1,49 | 74,50 | 6,4 | Muito boa |
| T. tangerina | 70 mg/1000 mL | 5 | 1,89 | 94,50 | 35,0 | Ruim |
| T. pêssego | 70 mg/1000 mL | 5 | 1,89 | 94,50 | 35,0 | Ruim |
| Caju dafruta | 100 mg/500 mL | 11 | 4,31 | 107,75 | 7,8 | Muito boa |

De modo geral podemos considerar que os sucos *in natura* testados forneceram boa visualização do ponto final da reação (aparecimento da coloração azul-escura), permitindo determinar o teor de vitamina C com maior facilidade. Os sucos industrializados também forneceram boa visualização do ponto final, com exceção dos sucos (pêssego e tangerina), a má visualização do ponto final nesses sucos está relacionada à forte coloração que eles possuem que mascaram a visualização do ponto final. Diante do aspecto visualização do ponto final e facilidade de quantificação de vitamina C, os sucos recomendados para a realização desta atividade experimental são os sucos *in natura* (que apesar da forte coloração, permitem uma boa visualização do ponto final) e os sucos industrializados de coloração clara.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa realizada acerca do teor de vitamina C, uma vez que extrapola a questão experimental como saber fazer traz à tona questões da realidade imediata dos alunos, como por exemplo, o tempo de duração do teor de vitamina C nos sucos de frutas, guardado na geladeira e permite discutir o papel do conhecimento científico na formação da cultura científica. De maneira geral, os aspectos relacionados à inserção de uma abordagem mais contextualizada acerca das implicações filosóficas e históricas que fundamentam os conhecimentos científicos são pouco contemplados no ensino química e nos currículos escolares.

Entendemos que os conhecimentos químicos aqui abordados e as possibilidades de se fazer conexões com os diferentes aspectos dos saberes científicos, se apresentam como possibilidades de reflexão sobre a importância de reorientar as atividades pedagógicas introduzindo atividades investigativas como ferramentas de melhoria do ensino de química.

O estudo da vitamina C nos sucos de frutas encontra-se em fase de discussão com professores de química e sua aplicação em sala de aula do ensino médio está prevista para o próximo ano letivo, devendo dar ênfase no ensino de ciências que considera a química em seu contexto social, histórico, filosófico, ético e tecnológico.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARANHA, Flávia Queiroga, BARROS, Zianne Farias, MOURA, Luiza Sonia Ascitti. The role of vitamin C in organic changes in aged people. *Rev. Nutr.*, n.3, v.2, p. 89-97, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EXPORTADORES CÍTRICOS. O escorbuto e a descoberta da vitamina C, disponível no endereço eletrônico: <http://www.abecitrus.com.br/informa.html>, acesso em 26/01/2005.

- BARRETT, S. O Lado Negro do Legado de Linus Pauling, disponível no endereço eletrônico: <http://www.geocities.com/quackwatch/pauling.html>, acesso em 27/01/2005.
- BATISTA, A., CALVÁRIO, A. Vitamina C, disponível no endereço eletrônico: <http://www.dq.fct.unl.pt/qoa/qpn1/2002/vitaminac/>, capturado em 27/01/2005.
- CORREA NETO, Randolpho da Silva and FARIA, José de Assis Fonseca. Factors of influence in the quality of orange juice. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, n.19, v.1, p.153-161, 1999.
- FEREIRA, R. Linus Pauling: Por que vitamina C? *Química Nova*, n.27, v.2. p. 356-357, 2004.
- FEJES, A. BIZZO, N., SANTOS, A. M. P. (Escola do Futuro – USP). Projetos Frutas, disponível no endereço eletrônico <http://darwin.futuro.usp.br/frutas/vitaminaC.htm>, capturado em 28/01/2005.
- 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, p. 3-7, 2003.
- HADDAD, P. Vitamin C content of commercial orange juice. *J. Chem. Edu.*, 54: 192, 1977.
- HARRIS, D. C. Análise Química Quantitativa. 5ª edição. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos S.A., 2001, p. 362-371.
- HIRST, E. L., HERBERT, R. W., PERCIVAL, E. G. V., REYNOLDS, R. J. W. SMITH, F. The constitution of Ascorbic Acid. *J. Chem. Soc.*, p. 1270, 1933.
- IZQUIERDO, M. A. Hacia una teoría de los contenidos escolares. *Enseñanza de las ciencias*, n. 23, v. 1. 2005
- JONG, O. de. La investigación Activa como Herramienta para mejorar la enseñanza de la química: nuevos enfoques. *Enseñanza de las ciencias*, n.14, v. 3, p. 278-288, 1996.
- LEITE, V. C., SILVA, R. M. S., SANTOS, A. S. A química da vitamina C. In: *XI Encontro de Química da Região Sul*, Livro de Resumos, QA-35, 2003.
- MANCHESTER, K. L. An orange a day keeps the scurvy away. *Historical Perspective*, (19): 167-170,1998.
- MATTHEUS, M. R. Historia, Filosofía y Enseñanza de las Ciencias: la aproximación actual. *Enseñanza de las Ciencias*.n. 12, v. 2, p.255-277, 1994.
- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, SECRETARIA DE EDUCAÇÃO MÉDIA E TECNOLÓGICA. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Brasília: Ministério da Educação, 2000.
- PAIM, A. P. S., KRONKA, E. A. M., F. REIS, B. F., KORN, M. Determinação espectrofotométrica de ácido ascórbico em fármacos empregando amostragem binária em fluxo. *Química Nova*, n. 21, v.1 p. 47-50, 1998.
- SILVA, S. L. A., FERREIRA, G. A., SILVA, R. R. À procura da vitamina C. *Revista Química Nova na Escola*, (2), 1995.
- TACO – Tabela Brasileira de Composição de alimentos/NEPA-UNICAMP-Campinas, p.42, 2004.
- WRIGHT, S. W. The vitamin C clock reaction. *J. Chem. Edu.*, n.79, v.1: 41-43, 2002.