

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
Faculdade de Educação - FaE  
Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais - CECIMIG  
Especialização em Educação em Ciências

NERO LOPES DA CRUZ

**Abordagem do Efeito Antioxidante da Vitamina C a partir de Atividades  
Investigativas**

Belo Horizonte  
Novembro 2019

NERO LOPES DA CRUZ

**Abordagem do Efeito Antioxidante da Vitamina C a partir de Atividades Investigativas**

**Versão Final**

Trabalho de conclusão de curso apresentado no curso Especialização em Educação em Ciências, do Centro de Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de especialista.

Área de concentração: Ensino de Ciências

Orientadora: Roberta Guimarães Corrêa

Belo Horizonte

Novembro 2019

C957a Cruz, Nero Lopes da, 1974-  
TCC Abordagem do efeito antioxidante da vitamina C a partir de atividades investigativas [manuscrito] / Nero Lopes da Cruz. - Belo Horizonte, 2019.  
27 f. : enc, il.

Monografia -- (Especialização) - Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.  
Orientadora: Roberta Guimarães Corrêa.  
Bibliografia: f. 22-23.  
Anexos: f. 24-27.

1. Educação. 2. Química -- Estudo e ensino (Ensino médio).  
3. Química -- Métodos experimentais. 4. Eletroquímica -- Estudo e ensino (Ensino médio). 5. Vitamina C -- Estudo e ensino (Ensino médio). 6. Ciências (Ensino médio) -- Métodos experimentais.  
I. Título. II. Corrêa, Roberta Guimarães, 1980-.  
III. Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.  
CDD- 540.7

**Catálogo da Fonte : Biblioteca da FaE/UFMG (Setor de referência)**  
Bibliotecário: Ivanir Fernandes Leandro CRB: MG-002576/O

## APROVAÇÃO/ATA DE DEFESA



### Dados de Identificação:

ALUNO: NERO LOPES DA CRUZ

TÍTULO DO TRABALHO: *Abordagem da Efeito Antimicrobiano da Vitomina C a partir de Atividades Investigativas*

### Banca Examinadora:

Professor Orientador: Roberta Guimarães Correa

Professor Examinador: Monique Aline Ribeiro dos Santos

### Parecer:

Aos <sup>30</sup> dias do mês de <sup>Novembro</sup> de <sup>2019</sup>, reuniram-se na sala <sup>532</sup> do CECIMIG, o professor orientador e o examinador, acima descritos, para avaliação do trabalho final do(a) aluno(a) <sup>Nero Lopes da Cruz</sup>. Após a apresentação, o(a) aluno(a) foi arguido e a banca fez considerações conforme formulário anexo:

Assim sendo, a banca considera o trabalho  aprovado  
 aprovado mediante modificações com entrega até 03/02/2020  
 reprovado. Agendamento de nova defesa até 27/02/2020

Belo Horizonte, <sup>30</sup> de <sup>Novembro</sup> de <sup>2019</sup>.

Assinatura da banca:

*Roberta J. Guimarães*

NOTA: **80**

Obs: no caso da banca indicar reformulações, o orientador deverá encaminhar ao colegiado, ao final do prazo estipulado, carta informando se as modificações foram feitas conforme recomendado pela banca examinadora. O colegiado, então, submeterá o parecer a aprovação.

## **AGRADECIMENTOS E APOIOS**

Primeiramente à Deus; à minha família, a amigos e colegas de turma; à minha orientadora Roberta Corrêa e a todos os professores do CECIMIG.

## RESUMO

Os conteúdos da Eletroquímica explicam diversos fenômenos e processos químicos importantes. No entanto, algumas pesquisas mostram que os conteúdos de Eletroquímica são considerados difíceis e complexos para professores e estudantes, dificultando o processo de ensino e aprendizagem. Considerando a importância e a complexidade do ensino de Eletroquímica e o potencial da abordagem investigativa, este trabalho apresenta os resultados da aplicação de uma sequência didática de caráter investigativo sobre conteúdos de Eletroquímica para alunos do segundo ano do Ensino Médio. Neste trabalho apresentamos os resultados e a análise das respostas dos alunos em relação ao fenômeno de oxidação dos alimentos e o uso da vitamina C (ácido ascórbico) como antioxidante. Os resultados mostraram que atividades investigativas contribuem para a aprendizagem de conteúdos básicos de Eletroquímica e também possibilitam a abordagem de temas relevantes como aditivos químicos.

**Palavras chave:** Vitamina C. Aditivos químicos. Eletroquímica. Ensino de Ciências.

## ABSTRACT

Electrochemistry contents explain several important phenomena and chemical processes. However, some researches shows that Electrochemistry contents are considered difficult and complex for teachers and students, making the teaching and learning process difficult. Considering the importance and complexity of teaching electrochemistry and the potential of the investigative approach, this paper presents the results of the application of an investigative didactic sequence about Electrochemistry contents for students of the second year of high school. In this paper we present the results and analysis of student responses to the phenomenon of food oxidation and the use of vitamin C (ascorbic acid) as an antioxidant. The results showed that investigative activities contribute to the learning of basic electrochemistry content and also make it possible to address relevant topics such as chemical additives.

**Key words:** Vitamin C. Chemical additives. Electrochemistry. Science Teaching.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO _____	6
2. REFERENCIAIS TEÓRICOS _____	7
3. METODOLOGIA _____	8
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO _____	11
4.1. Atividade 1 _____	11
4.2. Atividade 2 _____	17
4.3. Atividade 3 _____	18
5. CONCLUSÃO _____	20
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS _____	22
ANEXOS _____	24

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo Santos (2005), os conteúdos de Eletroquímica explicam fenômenos como a fotossíntese, o amadurecimento de frutas e o processo de envelhecimento do corpo humano. Além dos fenômenos mencionados, o funcionamento de pilhas e baterias, o processo de eletrólise e a transformação de minérios em metais utilizados na metalurgia e siderurgia estão relacionados às reações de oxirredução. Outros processos que podem ser explicados com conteúdos de Eletroquímica são a corrosão dos metais e a eletrodeposição. Entretanto, mesmo sabendo da importância desse tema em nosso cotidiano, Sanjuan *et al.* (2009) destacam que

*os conceitos de Eletroquímica são considerados difíceis e complexos para alguns professores, deste modo, muitos deixam o conteúdo em questão para o “último semestre, sabendo de antemão que não terão tempo hábil de executá-lo e que, desse modo, livram-se do problema (SANJUAN et al., 2009, p. 191).*

Apesar de ser um tema complexo para o ensino e para a aprendizagem, Santos (2018) afirma que a utilização de experiências investigativas nas aulas de Química pode contribuir para o maior entendimento dos conteúdos de Eletroquímica por parte dos alunos, pois pode instigar o aprendiz, tornando a ação do educando mais ativa. A participação ativa do estudante, segundo Maués e Lima (2006), não corresponde a uma manipulação vazia, puramente lúdica mas sim de um processo investigativo organizado, no qual

*(...) constroem questões, elaboram hipóteses, analisam evidências, tiram conclusões, comunicam resultados. Nesta perspectiva, a aprendizagem de procedimentos ultrapassa a mera execução de certo tipo de tarefas, tornando-se uma oportunidade para desenvolver novas compreensões, significados e conhecimentos do conteúdo ensinado (MAUÉS, LIMA 2006, p. 40).*

Considerando a importância e a complexidade do ensino de Eletroquímica e o potencial da abordagem investigativa, este trabalho apresenta os resultados da aplicação de uma sequência didática de caráter investigativo sobre conteúdos de eletroquímica para alunos do segundo ano do Ensino Médio. Neste trabalho apresentamos os resultados e a análise das respostas dos alunos em relação ao fenômeno de oxidação dos alimentos e o uso da vitamina C (ácido ascórbico) como um aditivo químico.

## 2. REFERENCIAIS TEÓRICOS

De acordo com autores como Caramel e Pacca (2018), Sanjuan *et al.* (2009) e Ogude e Bradley (1996), os conteúdos envolvendo Eletroquímica são frequentemente mencionados por docentes e estudantes como conteúdos difíceis de serem abordados e compreendidos no processo de ensino e aprendizagem. Caramel e Pacca (2018) citam o trabalho de Ogude e Bradley (1996) que destacam que, embora muitos estudantes possam resolver problemas quantitativos em Eletroquímica, como aparecem em avaliações, poucos são capazes de responder a questões qualitativas, que requerem um conhecimento conceitual mais profundo.

Segundo Assai e Freire (2017), os estudantes desenvolvem melhor sua compreensão conceitual e aprendem mais sobre Natureza da Ciência quando participam de investigações científicas que possibilitam a reflexão sobre os procedimentos realizados e os fenômenos observados.

Laburú e Zômpero (2011) citam Perez e Castro (1996) que apresentam as características de uma atividade investigativa: apresentar aos alunos situações problemáticas abertas com nível de dificuldade adequado para os educandos; favorecer a reflexão dos alunos sobre a relevância das situações-problema apresentadas; possibilitar a elaboração de hipóteses como atividade indispensável à investigação científica; favorecer a elaboração de planejamentos para realização da atividade experimental; contemplar as implicações em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS); proporcionar momentos para a comunicação e debate das atividades desenvolvidas; e potencializar a dimensão coletiva do trabalho científico.

Além do potencial das atividades investigativas, as questões sociocientíficas (QSC) também podem contribuir para o ensino e a aprendizagem de conteúdos da Ciência e mais especificamente da Química. Segundo Sá, Kasseboehmer e Queiroz (2013), QSC abordam temas dos campos da Biologia, Ética, Política, Economia ou Ambiente que se relacionam com Ciência e Tecnologia. Esses temas são potencialmente problemáticos e de natureza controversa, pois apresentam certo grau de incerteza, por dividir opiniões e dar margem para diferentes visões.

Santos (2016) aborda a questão dos aditivos alimentares utilizando aspectos sociocientíficos. De acordo com o autor, os aditivos são materiais ou substâncias

químicas que a indústria alimentícia utiliza para aumentar o tempo de vida útil e realçar determinadas características dos alimentos. Ainda de acordo com o autor, muitos aditivos são contraindicados para consumidores que possuem determinadas patologias e ainda podem provocar efeitos alérgicos. Por isso, o uso dos aditivos químicos é controlado por legislação que proíbe a utilização de substâncias que possam colocar em risco a saúde das pessoas. O grande problema é que muitas vezes, o efeito de um aditivo no alimento só é identificado depois de ter sido amplamente consumido pela população.

Um exemplo de aditivo químico é o ácido ascórbico (vitamina C) que segundo Fiorucci *et al.* (2003) é comumente utilizado como antioxidante para preservar o sabor e a cor natural de muitos alimentos, como frutas, legumes processados e laticínios. Os mesmos autores destacam ainda que a vitamina C (ácido ascórbico) também é utilizada como aditivo nutricional em bebidas, cereais matinais, conservas e refrigerantes enlatados e, por essa razão, o ácido ascórbico é manufaturado em larga escala.

### 3. METODOLOGIA

Esta pesquisa foi realizada entre os meses de abril e julho de 2019 em uma das escolas de uma fundação pública de ensino da cidade de Contagem, Minas Gerais. Participaram da pesquisa 67 estudantes de duas turmas do segundo ano do Ensino Médio (2A - 33 alunos e 2B- 34 alunos).

Inicialmente, foi produzida uma sequência didática que apresenta atividades investigativas baseadas no estudo do efeito antioxidante da vitamina C (ácido ascórbico) e aborda os conceitos de oxidação, redução, agente oxidante, agente redutor, número de oxidação e reações de oxirredução.

Uma sequência didática, de acordo com Zabala (1998), constitui um “conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecido tanto pelos professores como pelos alunos” (ZABALA, 1998, p. 18). Segundo o mesmo autor, a sequência didática deve possuir um caráter reflexivo sendo pautada por três momentos: planejamento, aplicação e avaliação.

As atividades investigativas foram aplicadas nas turmas mencionadas e os instrumentos de coleta de dados utilizados estão descritos no quadro 1. No presente trabalho de pesquisa serão analisadas apenas as atividades 1, 2 e 3 (Anexos A, B e C), as quais constituem parte da sequência didática e dos resultados obtidos durante a execução do trabalho. As atividades citadas foram escolhidas por possuírem um maior caráter investigativo em relação às outras e também por apresentarem as questões problematizadoras iniciais que nortearam o restante da sequência didática. Além disso, são apresentadas somente três atividades em virtude da limitação do número de páginas do presente trabalho.

**Quadro 1:** Atividades constituintes da Sequência Didática elaborada para a pesquisa

<b>Atividade</b>	<b>Descrição</b>	<b>Assunto</b>	<b>Nº de aulas</b>	<b>Instrumento de coleta de dados</b>
1	Experimento investigativo	“Como retardar o escurecimento de frutas partidas”?	2	Questionário escrito contendo questões abertas.
2	Texto explicativo	Aditivos químicos	1	Questionário escrito contendo questões abertas.
3	Atividade de investigação	Análise de embalagens de alimentos industrializados	1	Questionário escrito contendo questões abertas.
4	Experimento investigativo	Interação da vitamina C com uma solução de iodo	2	Relatório escrito contendo questões abertas.
5	Experimento investigativo	Interação da vitamina C com uma solução de permanganato de potássio.	2	Relatório escrito contendo questões abertas
6	Lista de exercícios	Aditivos químicos, vitamina C, conceitos básicos de Eletroquímica, cálculo do Nox e explicação dos experimentos realizados.	2	Questionário contendo questões abertas e fechadas.
7	Aulas teóricas	Conceitos básicos de Eletroquímica e cálculo do Nox.	6	Diário de campo
8	Vídeos explicativos	Aditivos químicos, vitamina C, conceitos básicos de Eletroquímica, cálculo do Nox e explicação dos experimentos realizados.	1	Diário de campo.

9	Prova bimestral	Aditivos químicos, vitamina C, conceitos básicos de Eletroquímica, cálculo do Nox e explicação dos experimentos realizados.	1	Questionário contendo questões abertas e fechadas
---	-----------------	---	---	---

**Fonte:** elaborado pelos autores

Durante a aplicação da sequência didática foram obtidos diversos dados. Uma parte destes dados foi utilizada para compor uma pesquisa qualitativa que investiga as respostas dos alunos em relação ao fenômeno de oxidação dos alimentos e o uso da vitamina C (ácido ascórbico) como um aditivo químico. A pesquisa qualitativa, de acordo com Denzin *et al.* (2006) envolve

o estudo do uso e a coleta de uma variedade de materiais empíricos – estudo de casos; experiência pessoal; introspecção; história de vida; entrevista; artefatos; textos e produções culturais; textos observacionais/registros de campo; históricos interativos e visuais – que descrevem momentos significativos rotineiros e problemáticos na vida dos indivíduos. Portanto, os pesquisadores dessa área utilizam uma ampla variedade de práticas interpretativas interligadas na esperança de sempre conseguirem compreender melhor o assunto que está ao seu alcance. (DENZIN *et al.*, 2006, p. 17)

Minayo (2008) sugere que dados qualitativos devem ser trabalhados a partir de uma das três abordagens mais conhecidas: análise de conteúdo, análise do discurso e análise dialética/ hermenêutica e para Bardin (2009), a análise de conteúdo temática organizam-se em torno de três polos: a pré-análise de documentos/informações; a exploração do material; e por fim o tratamento dos resultados. Na fase da exploração do material, Bardin (2009) ressalta que a análise do material exige sua codificação, ou seja, sua transformação de dados brutos dos textos por recortes, agregação ou enumeração, até que sua codificação atinja a representação do conteúdo ou sua expressão. Para codificação, pode-se usar palavras, temas, contextos, relações, personagens etc., até se chegar à categorização dos mesmos. Minayo (2008) destaca ainda que a *pesquisa qualitativa*

*trabalha geralmente com pessoas e com suas criações e estes sujeitos de pesquisa devem ser compreendidos como atores sociais, respeitados em suas opiniões, crenças e valores. Todo trabalho de coleta de informação, deve observar que "(...) a fala dos sujeitos de pesquisa é reveladora de condições estruturais, de sistemas de valores, normas e símbolos (...) e por isso mesmo é tão rica e reveladora (MINAYO, 2008, p. 204).*

A próxima seção do texto apresenta as respostas dadas pelos alunos às atividades 1, 2 e 3 e a análise das mesmas. Cada uma das atividades é apresentada de

maneira separada, constituindo subitens da seção resultados e discussão.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Atividade 1: Experimento investigativo - Como retardar o escurecimento de frutas partidas?

Essa atividade refere-se a um experimento investigativo sobre o efeito antioxidante da vitamina C. Essa atividade foi elaborada para despertar o interesse dos alunos em relação ao tema a ser estudado e também para obter dados relacionados as concepções dos alunos em relação ao processo de oxidação de alimentos. Os materiais, procedimentos e a questões propostas estão descritas no Anexo A deste trabalho.

Antes da realização da atividade experimental foi solicitado aos alunos que respondessem, de maneira espontânea e sem a realização de consulta, as questões investigativas 1a e 1b. As respostas à questão 1a: *Por que algumas frutas escurecem depois de partidas?* foram analisadas e agrupadas em sete categorias por semelhança de seus conteúdos (BARDIN, 2009), as quais são apresentadas no quadro 2. É importante salientar que algumas respostas foram inseridas em mais de uma categoria e que o método de tratamento de dados foi baseado no trabalho de Rocha *et al.* (2017). As categorias são representadas por letras maiúsculas seguidas de caracteres que identificam as perguntas que foram realizadas. No caso do quadro 2, foram identificadas sete categorias (nomeadas de A a G) para as respostas da questão 1a. Assim, temos as categorias A1a, B1a, C1a e assim sucessivamente. Esse procedimento de identificação também foi adotado no restante do trabalho.

**Quadro 2:** Respostas dos alunos participantes da pesquisa sobre a questão: *Por que algumas frutas escurecem depois de partidas?*

<b>Categoria</b>	<b>Descrição da categoria</b>	<b>Porcentagem de respostas (%)</b>
A1a	Ação de bactérias, fungos, vírus, germes e sujeira do ar.	31,6
B1a	Contato com o ar (sem especificar qual substância gasosa).	15,2
C1a	Contato com o oxigênio presente no ar.	13,6

D1a	Perda de substâncias, nutrientes, vitaminas e líquidos.	12,1
E1a	Perda da camada de proteção (casca).	6,0
F1a	Exposição a determinadas condições do ambiente: falta de refrigeração, ação da luz, falta de conservantes, etc.	14,0
G1a	Sofre oxidação: pelo contato o ar, oxigênio ou a faca usada para cortar a fruta.	7,5

**Fonte:** elaborado pelos autores

A seguir foram selecionadas algumas respostas apresentadas pelos estudantes e que representam as categorias apresentadas no quadro 2:

A1a: Porque sua parte interna fica exposta, assim, então podendo fazer contato com fungos, bactérias e até mesmo poluição do ar, fazendo com que a fruta apodreça.

B1a: Por causa das coisas que tem no ar que entram em contato com os alimentos e causam escurecimento.

C1a: Porque ao entrar em contato com o oxigênio acontece uma reação química que as fazem escurecer.

D1a: Porque algumas frutas precisam de toda sua parte juntas para manter-se aquecida, com os nutrientes dentro de si. É um processo químico de perda de substâncias que mantêm elas com sua cor original.

E1a: Porque eles vão apodrecendo, a sua casca é como se fossem uma “proteção” para manter a fruta boa, e quando partimos, a parte comestível fica exposta, fica aberta, então eles “necessitam” de ficar “coberta” para durarem mais tempo.

F1a: Porque a luz faz com que ela escureça e fica preta, tipo a banana, o abacate ficam escuro facilmente.

G1a: Porque a faca entra em contato com a fruta e o aço da faca reage com o amido da fruta e também a fruta reage com o O<sub>2</sub>.

Considerando as respostas dos estudantes, agrupadas nas categorias apresentadas no Quadro 2, é possível perceber que existe, na maioria das respostas, uma noção que o processo de escurecimento acontece devido a fatores externos, como a ação

de fungos, bactérias, luz, ar, oxigênio, lâmina da faca, temperatura, entre outros. Esses fatores externos agem de formas diferentes na fruta, causando, segundo os estudantes, reações químicas, decomposição, escurecimento, apodrecimento, entre outros. Carvalho *et al.* (2005) destacam em seu trabalho a oxidação enzimática de frutas e relatam que esse processo é um dos principais desafios da indústria alimentícia e explicam o processo de oxidação de alimentos: “O escurecimento de frutas, legumes, tubérculos, entre outros, é iniciado pela oxidação enzimática de compostos fenólicos naturais na presença da enzima polifenol oxidase (PFO) e oxigênio molecular, formando quinona.” (CARVALHO *et al.*, 2005, p.48)

O mesmo procedimento de análise de dados foi feito em relação à questão 1b: *É possível retardar o escurecimento de frutas partidas?* As respostas, organizadas por categorias, são apresentadas no quadro 3.

**Quadro 3:** Respostas dos alunos participantes da pesquisa sobre a questão: *É possível retardar o escurecimento de frutas partidas?*

<b>Categoria</b>	<b>Descrição da categoria</b>	<b>Porcentagem de respostas (%)</b>
A1b	Sim. Colocando na geladeira, resfriando, congelando.	25,8
B1b	Sim. Colocando em recipientes fechados, vasilha com tampa, filme plástico, papel alumínio.	21,2
C1b	Sim. Colocando em recipientes fechados e depois na geladeira (resfriar).	19,7
D1b	Sim. Usando suco de limão, vinagre, vitamina C.	6,0
E1b	Sim. Esterilizando ou evitando usar facas de metal.	4,5
F1b	Sim. Colocando em conserva, usando um conservante.	3,0
G1b	Sim. Colocando em uma vasilha com água e depois na geladeira	3,0
H1b	Não. É impossível evitar o processo de escurecimento.	13,7

**Fonte:** elaborado pelos autores

Para cada uma das categorias identificadas, apresentamos um exemplo de resposta dada pelos estudantes:

A1b: Sim, é possível retardá-la colocando ela dentro da geladeira, com isso a temperatura baixa da geladeira vai fazer com que o

tempo de escurecimento seja mais demorado.

B1b: Sim, embalando ela, assim não terá contato com o ar da mesma forma.

C1b: Sim, basta colocar ela em um recipiente bem fechado e conservado, deixando em uma geladeira ou lugar fresco, e também limpar com o que irá cortar.

D1b: Sim, a comendo rápido ou colocá-las em algum líquido, tipo um suco.

E1b: Sim, usando faca de plástico e guardando em um saco bem fechado quase a vácuo se for possível.

F1b: A maneira de evitar que os alimentos escureçam é colocá-los em conserva, ou adicionar produtos conservantes nas plantações.

G1b: Sim, no caso da banana e da maçã se manter na geladeira, no caso das verduras jiló e berinjela, mantê-la na água evita o escurecimento.

H1b: Não, pois ao cortar a fruta, ela imediatamente entrará em contato com o ar e escurecerá.

As respostas dos estudantes, agrupadas nas categorias apresentadas no quadro 3, indicam que a maioria dos alunos considera que é possível retardar o escurecimento colocando as frutas partidas na geladeira (resfriando) e/ou colocando em recipientes fechados para evitar o contato com o ar. Alguns alunos consideram também o uso de substâncias ácidas como o limão, o vinagre e a vitamina C (ácido ascórbico) como alternativas para retardar o escurecimento. As hipóteses dos estudantes não estão incorretas uma vez que Carvalho *et al.* (2005) destacam em seu trabalho que várias maneiras de inibição da enzima catalisadora da reação, a polifenol oxidase (PFO), são conhecidas e que três componentes devem estar presentes para que a reação de escurecimento enzimático ocorra: enzima, substrato e oxigênio. No caso de ausência ou bloqueio da participação de um desses componentes na reação, seja por agentes redutores, diminuição de temperatura ou abaixamento do potencial Hidrogeniônico (pH), a velocidade da decomposição do alimento diminui significativamente.

Após o levantamento das concepções iniciais dos estudantes sobre o processo de escurecimento das frutas e também sobre as formas de retardar esse processo, o experimento foi realizado junto com os estudantes de modo demonstrativo e foi dado um tempo de 20 minutos para que os alunos observassem e anotassem as mudanças ocorridas. Durante esse tempo eles poderiam discutir entre eles sobre os resultados do experimento. Com o objetivo de garantir uma melhor coleta de dados, o experimento foi realizado de modo demonstrativo e optou-se por não organizar os alunos em grupos. Se fossem organizados em grupos e os alunos realizassem o experimento, diversos fatores poderiam prejudicar o andamento da atividade como, por exemplo, falta de materiais, materiais de qualidade diferentes, tempo limitado das aulas, entre outros.

Terminado o prazo de observações e discussões foi solicitado aos estudantes que respondessem as demais questões presentes no Anexo A deste trabalho. A análise das respostas dadas à questão 3c: *Por que a maçã escurece depois de partida?* e as categorias de respostas obtidas por semelhança de seus conteúdos são apresentadas no quadro 4:

**Quadro 4:** Respostas dos alunos participantes da pesquisa sobre a questão: *Por que a maçã escurece depois de partida?*

<b>Categoria</b>	<b>Descrição da categoria</b>	<b>Porcentagem de respostas (%)</b>
A3c	Ação de bactérias, fungos e germes.	17,2
B3c	Contato com o ar (sem especificar qual substância gasosa)	23,4
C3c	Contato com o oxigênio presente no ar.	27,9
D3c	Sofre oxidação: pelo contato com o ar, oxigênio ou a faca usada para cortar a fruta.	13,9
E3c	Perda de substâncias, nutrientes, vitaminas e líquidos.	10,9
F3c	Perda da camada de proteção (casca).	3,1
G3c	Decomposição e apodrecimento.	3,1
H3c	Exposição a determinadas condições do ambiente: falta de refrigeração, ação da luz, falta de conservantes, etc.	8,0

**Fonte:** elaborado pelos autores

A seguir foram selecionadas algumas respostas de cada categoria:

A3c: Porque no ar está cheio de bactérias que consomem a maçã na parte de dentro.

B3c: A fruta escurece após partida pelo contato com o ar. Se não for consumida, ela fica totalmente marrom.

C3c: Porque depois que a maçã é partida, ela entra em contato com o oxigênio, e com isso sofre perda de vitamina C, o que resulta no escurecimento da fruta.

D3c: Por sofrer oxidação quando em contato com organismos presentes no ar.

E3c: Porque ao entrar em contato com o ar ela perde os nutrientes.

F3c: Porque ela deixou de estar protegida pela casca e se tornou vulnerável as bactérias, onde secam seus nutrientes.

G3c: Porque ela foi exposta e com isso está se decompondo.

H3c: Porque ela fica exposta à luz.

Analisando os dados apresentados nos quadros 2, 3 e 4 verificamos que antes do experimento, a principal hipótese dos alunos para explicar o escurecimento das frutas foi a ação de microrganismos (fungos, bactérias, vírus e germes) e que a melhor maneira para evitar o escurecimento seria colocar na geladeira (resfriando ou congelando) e colocando em embalagens fechadas para evitar o contato com o ar. Após a realização do experimento, a explicação de que o escurecimento da maçã foi causado pelo contato com o oxigênio do ar se tornou a principal hipótese. Além disso, a hipótese de que ocorreu uma oxidação aumentou em porcentagem. Podemos supor que a partir das observações e das discussões a respeito da atividade investigativa os alunos perceberam que o processo de escurecimento da maçã é muito rápido, diferente do processo de apodrecimento causado por microrganismos, que é mais demorado. Pode-se perceber também, de acordo com Maués e Lima (2006), uma participação ativa no processo investigativo, onde os alunos foram capazes de envolverem-se na própria aprendizagem, elaborando novas hipóteses, desenvolvendo novas compreensões, significados e conhecimentos do conteúdo ensinado.

Após o experimento, quando perguntados se o escurecimento da maçã é um

processo químico ou físico, 69,8 % dos alunos responderam que se trata de um processo químico e a justificativa mais utilizada é de que houve alteração, mudança ou transformação dos materiais. A maioria dos estudantes, 95,4%, concordou que os materiais que não permitiram o escurecimento da maçã foram a vitamina C (ácido ascórbico) e o suco de limão. E 56,1% do total de alunos levantaram a hipótese de que esses materiais criam uma camada de proteção que impede ou retarda o escurecimento. *Carvalho et al.* (2005) relatam que sendo o escurecimento enzimático uma reação oxidativa, ele pode ser retardado utilizando-se agentes químicos que são capazes de bloquear a reação. Essas substâncias atuam diretamente sobre a enzima ou sobre os intermediários da reação de formação. A utilização de substâncias ácidas em tecidos vegetais é uma outra forma de inibição dessa reação. Os ácidos que são normalmente utilizados estão entre aqueles de ocorrência natural, como cítrico, ascórbico e málico. Em geral, sua ação dá-se pelo abaixamento do pH do tecido, diminuindo assim a velocidade da reação de escurecimento. A vitamina C (ácido ascórbico) é utilizada para a prevenção do escurecimento em frutas e vegetais, pois na presença desse ácido, os compostos do tipo o-quinona são reduzidos para a forma fenólica.

#### **4.2. Atividade 2: Leitura e discussão do texto - Aditivos químicos**

Nesta atividade foi entregue a cada discente uma folha (Anexo B) contendo o texto: Aditivos químicos (SANTOS; MOL, 2016, p.73). A primeira parte do texto apresentava uma explicação científica simplificada para as questões investigativas apresentadas na atividade 1: *Por que alguns alimentos escurecem depois de partidos? É possível retardar o escurecimento de frutas partidos?* e a segunda parte explicava o que são os aditivos químicos, quais os tipos, exemplos, importância e riscos à saúde relacionados ao seu uso. O objetivo da atividade foi proporcionar mais uma oportunidade de os estudantes discutirem e refletirem que a vitamina C (ácido ascórbico) retarda o escurecimento impedindo a oxidação de substâncias presentes na maçã. E, que por conta desse efeito antioxidante, a vitamina C (ácido ascórbico) é utilizada como um aditivo químico (FIORUCCI *et al.*, 2003).

Antes da leitura do texto, em resposta às questões apresentadas na atividade, 45 %

dos alunos responderam que os aditivos são substâncias que conservam os alimentos, melhoram a qualidade e mudam o sabor. Já 36,8 % responderam que são complementos (vitaminas, carboidratos, proteínas, etc.) que compõem ou estão contidos nos alimentos e 12,3 % responderam que são agrotóxicos colocados nos alimentos para conservá-los ou deixá-los mais bonitos. As substâncias mais citadas pelos alunos como exemplos de aditivos alimentares foram a vitamina C (ácido ascórbico) (45,6 %), os corantes (28,1 %) e o açúcar (19,3%). Quando perguntados se os materiais que não permitiram o escurecimento da maçã no experimento anterior poderiam ser considerados aditivos alimentares, 31,6 % responderam que somente a vitamina C (ácido ascórbico) poderia, 33,3 % responderam que tanto a vitamina C (ácido ascórbico) quanto o suco de limão poderiam, outras respostas somaram 28,07 %.

Já as questões respondidas após a leitura do texto tiveram como objetivo fornecer informações que poderiam ser utilizadas como argumentos em uma futura discussão sobre os aspectos sociocientíficos relacionados ao uso ou não de aditivos químicos. Reis e Faria (2015) destacam em seu trabalho que consumo de embutidos tem se tornado um hábito alimentar de uma parte significativa da população brasileira e esses alimentos apresentam, em sua composição, diferentes aditivos químicos responsáveis pela cor, pelo sabor e por sua conservação, visto que apresentam uma vida de prateleira bem longa. A ingestão em excesso desses alimentos pode trazer problemas graves à saúde e Lima e Silva (2007) referem-se à necessidade de se abordar temas relativos à produção e conservação dos alimentos com os alunos, a fim de conscientizá-los quanto ao que consumimos, permitindo uma visão mais crítica a respeito desse assunto. Temas sociocientíficos, como o adotado nesse caso, são de grande relevância para o ensino que busca a formação cidadã. A formação cidadã, de acordo com Santos (2007), envolve a capacitação do estudante na utilização do conhecimento científico de forma significativa no meio social em que está inserido.

#### **4.3. Atividade 3: Análise de embalagens de alimentos industrializados e identificação dos aditivos presentes**

A atividade 3 presente no Anexo C deste trabalho é um complemento da atividade anterior e tem caráter investigativo na medida que propõe uma problematização inicial: trazer embalagens de alimentos industrializados que apresentem o ácido ascórbico como aditivo químico, localizar os nomes de outros aditivos químicos presentes nessas embalagens e em seguida procurar informações sobre as características dos mesmos.

Dois dias antes da atividade, foi solicitado que cada aluno trouxesse para aula duas embalagens de diferentes alimentos industrializados cujos rótulos mencionassem a presença da vitamina C (ácido ascórbico) como aditivo químico. Antes de preencherem as informações pesquisadas em um quadro, foi solicitado aos alunos que respondessem a seguinte questão: *O que vocês aprenderam até aqui sobre a vitamina C?*. Em seguida, os rótulos das embalagens foram analisados utilizando as informações presentes no texto Aditivos químicos e os dados obtidos foram organizados de acordo com o exemplo mostrado no quadro 5, presente no Anexo C deste trabalho.

Em relação à questão: *O que vocês aprenderam até aqui sobre a vitamina C?* 31,6% dos alunos afirmam que a vitamina C (ácido ascórbico) é um aditivo usado para conservar alimentos, 19,3% mencionaram que a vitamina C é conhecida como o ácido ascórbico e 10,5 % responderam que é um antioxidante. Na atividade de análise dos rótulos e preenchimento do quadro, 47,4 % dos alunos conseguiram preencher de forma correta, os que preencheram de forma parcialmente correta foram 48,0 % e os que fizeram o preenchimento de forma incorreta, correspondem a 3,6 %. Em relação às pesquisas solicitadas, 44,2 % fizeram de forma correta e 43,1 fizeram de forma parcialmente correta e 12% não fizeram as pesquisas.

Em relação à realização da atividade 3 foi observado que uma aula de 50 minutos foi insuficiente, alguns alunos não conseguiram terminar dentro do prazo e a maioria dos alunos não entendeu o comando que solicitava que trouxessem rótulos de alimentos que contém o ácido ascórbico como aditivo. Muitos alunos trouxeram rótulos de alimentos que continham vitamina C como componente natural (sucos de frutas de caixinha foi a maioria) e não como aditivo. Esperava-se que os estudantes trouxessem rótulos de embalagens de pães, carnes processadas, laticínios, etc.. Muitos alunos não conseguiram preencher o quadro com as informações sobre os aditivos por vários motivos: não conseguiram localizar o nome dos aditivos nos

rótulos, não conseguiram utilizar as informações presentes no quadro do texto sobre aditivos da atividade 2 e alguns aditivos presentes nos rótulos dos alimentos que os alunos trouxeram não apareciam no quadro do texto fornecido.

A análise das respostas mostra que a maioria dos alunos não compreendeu o que são aditivos químicos e como identificá-los nos rótulos dos alimentos industrializados. Porém, deve-se considerar que, no caso da vitamina C (ácido ascórbico), ela encontra-se em muitos alimentos como componente natural e em outros ela é adicionada para evitar o processo de oxidação, e isso pode confundir os alunos.

Aprender a analisar os rótulos dos alimentos e reconhecer substâncias prejudiciais à saúde é de suma importância e *Bissacotti et al.* (2015) destacam em seu trabalho que atualmente, há poucas pesquisas sobre as consequências do consumo de aditivos químicos. Entretanto, essas indicam que o consumo diário produz reações maléficas à saúde do consumidor, tais como alergias, alterações no comportamento, carcinomas e outras. Dessa forma, é necessário buscar informações de cunho científico e tecnológico, pois as pessoas desconhecem possíveis malefícios decorrentes dos aditivos. Os mesmos autores dizem não ser possível controlar a quantidade ingerida dessas substâncias, já que muitos alimentos os contêm em sua composição, e vários desses são consumidos por dia, ou seja, quanto maior a ingestão de alimentos industrializados, maior será a ingestão de aditivos químicos. Antunes e Araújo (2000) reforçam que pesquisas têm salientado a importância da alimentação para o risco do aparecimento do câncer, sendo que, algumas substâncias, dentre elas corantes sintéticos e naturais, encontradas em alimentos industrializados podem possuir efeito mutagênico e carcinogênico, o que fez com que muitos países proibam seu uso.

## 5. CONCLUSÃO

Considerando as respostas dos estudantes, agrupadas nas categorias apresentadas nos quadros 2, 3 e 4, é possível perceber que antes da realização do experimento, a maioria dos alunos defendia a hipótese de que o processo de escurecimento acontece devido a ação de microorganismos e que a melhor maneira de retardar

esse escurecimento seria colocando as frutas partidas na geladeira e/ou colocando em recipientes fechados para evitar o contato com o ar. Após a realização do experimento, a explicação de que o escurecimento da maçã foi causado pelo contato com o oxigênio do ar se tornou a principal hipótese, indicando que a atividade investigativa contribuiu para a compreensão do fenômeno de oxidação de alimentos.

A partir da leitura do texto Aditivos químicos, os alunos foram informados de que a vitamina C (ácido ascórbico) é utilizada como um aditivo químico por conta do seu efeito antioxidante. A leitura e discussão do texto também permitiu fazer uma discussão sobre os aspectos sociocientíficos relacionados ao uso ou não de aditivos, uma vez que apesar dos benefícios, a ingestão em excesso dessas substâncias pode trazer problemas graves à saúde humana.

A atividade relacionada a análise de rótulos das embalagens de alimentos industrializados evidenciou que não é tão simples localizar os nomes dos aditivos químicos presentes nos alimentos industrializados e que é necessário buscar informações de cunho científico e tecnológico para reconhecer substâncias prejudiciais à saúde, pois as pessoas desconhecem possíveis malefícios decorrentes do uso dos aditivos.

No papel de professor percebi que o ensino de conteúdos de eletroquímica utilizando atividades investigativas demanda um tempo maior de planejamento e aplicação quando comparadas ao ensino tradicional. Isso pode se tornar um problema dependendo da metodologia de trabalho adotada pela escola onde o professor trabalha. Também percebi que as atividades investigativas desenvolvidas durante aplicação da sequência didática despertaram mais interesse e uma participação maior dos alunos comparado com anos anteriores. Esses fatores contribuíram para uma maior aprendizagem dos conteúdos de Eletroquímica ao final da intervenção, resultando em notas melhores nas provas que foram aplicadas aos estudantes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTUNES, L. M. G.; ARAÚJO, M. C. P. Mutagenicidade e antimutagenicidade dos principais corantes para alimentos. **Revista de Nutrição**, v.13, n.2, p.81-88, 2000.
- 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.62, p.153-172, 2017.
- BARDIN, L. Análise de conteúdo. Lisboa: Edições 70, 2009.
- BISSACOTTI, A. P.; ANGST, C. A.; SACCOL, A. L. Implicações dos aditivos químicos na saúde do consumidor. **Ciências da Saúde**, v. 16, n.1, p.43-59, 2015.
- CAMEL, N. J. C.; PACCA, J. L. A. Concepções alternativas em eletroquímica e circulação da corrente elétrica. **Química Nova na Escola**, v. 40, n.4, p. 258-266, nov., 2018.
- CARVALHO, L. C.; LUPETTI, K. O.; FATIBELLO-FILHO, O. Um estudo sobre oxidação enzimática e a prevenção do escurecimento de frutas no Ensino Médio. **Química Nova na escola**, v.22, n. 2, p. 48-50, 2005.
- DENZIN, N. K; LINCOLN, Y. S.; e Colaboradores. **O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- FIORUCCI, A. R.; SOARES, M. H. F. B.; CAVALHEIRO, E. T. G. Importância da Vitamina C na Sociedade Através dos Tempos. **Química Nova na Escola**, v.26, n°17, mai., 2003.
- LABURÚ, C. E; ZÔMPERO, A. F. Atividades investigativas no Ensino de Ciências: aspectos históricos e diferentes. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.1, n.03, p.67-80, set-dez, 2011.
- LIMA, M. E. C. C.; SILVA, N. S. A química no ensino fundamental: uma proposta em ação. In: ZANON, L. B.; MALDANER O. A. (Orgs.). **Fundamentos e propostas de química para a educação básica no Brasil**. UNIJUÍ, p. 89-107, 2007.
- MAUÉS E. R. C.; LIMA, M. E. C. C. Ciências: atividades investigativas nas séries iniciais. **Presença Pedagógica**, Belo Horizonte, v 12, n. 72, p. 34-43, dez, 2006.
- MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento**. 11 ed. São Paulo: Hucitec, 2008.
- OGUDE, A. N.; BRADLEY, J. D. Electrode process and aspects relating to cell emf, current and cell components in operating electrochemical cells. **Journal of Chemical Education**, v. 73, n. 12, p. 29-34, 1996.
- PEREZ, G. D. CASTRO, V. P. La orientación de las practicas de laboratorio como invetigagación: un ejemplo ilustrativo. **Enseñanza de las ciencias**, v.14, n. 2, p.155-164,1996.
- REIS, I. F.; FARIA, F. L. Abordando o Tema Alimentos Embutidos por Meio de uma Estratégia de Ensino Baseada na Resolução de Casos: Os Aditivos Alimentares em Foco. **Química Nova na Escola**, v. 37, n.1, p.63-70, 2015.
- ROCHA, T. S; MARQUES, N.P.; TEIXEIRA, G. J. ; ESPIR, I. F.; PAIXÃO, G. A.; EPOGLOU, A. Dificuldades apresentadas por estudantes do 2º ano do Ensino Médio em compreender o fenômeno observado durante a realização de uma experiência. **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC**.

- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC – 3 a 6 de julho de 2017.
- SÁ, L. P.; KASSEBOEHMER, A. C.; QUEIROZ, S. L. Casos investigativos de caráter sociocientífico: aplicação no ensino superior de Química. **Ciência, Tecnologia e Sociedade**, v. 24, n. 2, p. 522-528, 2013.
- SANJUAN, M. E. C.; SANTOS, C. V.; MAIA, J. O.; SILVA, A. F. A. e WARTHA, E. J. Maresia: uma proposta para o ensino de Eletroquímica. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, p. 190-197, 2009.
- SANTOS, W.L.P.; MORTIMER, E.F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2002
- SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. e colaboradores. **Química e Sociedade**. São Paulo: Nova geração, volume único, 2005.
- SANTOS, W. L. P. Educação científica: uma revisão sobre suas funções para a construção do conceito de letramento científico como prática social. **Revista Brasileira de Educação**, São Paulo, v. 12, n. 36, p. 474-492, 2007
- SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. e colaboradores. **Química Cidadã: volume 3**. São Paulo: Editora AJS, 3ª edição, 2016.
- SANTOS, T. N. P.; BATISTA, C.; OLIVEIRA A.; CRUZ, M. C. P. Aprendizagem Ativo-Colaborativo-Interativa: Inter-Relações e Experimentação Investigativa no Ensino de Eletroquímica. **Química Nova na Escola**, v. 40, n.4, p.258-266, 2018.
- ZABALA, A. **A prática educativa: como pesquisar**. Porto Alegre: Artmed, 1998. Reimpressão 2010.

## ANEXO A - Atividade 1.

### Experimento investigativo: Como retardar o escurecimento de frutas partidas?

**Objetivos:** Investigar porque alguns alimentos escurecem depois de partidos e se é possível retardar esse escurecimento.

**Nome do experimento:** Como retardar o escurecimento de frutas partidas?

Fonte: SANTOS, W. L. P.; MÓL; G. S. **Química Cidadã: volume 3.** São Paulo: Editora AJS, 3ª edição, pag. 72, 2016.

**Materiais:** 1 maçã do tipo argentina (Red Delicious) , 1 comprimido de vitamina C, açúcar, suco de limão e 1 faca.

#### Procedimento:

1. Corte a maçã em quatro partes iguais.
2. Antes de retirar o comprimido de vitamina C do envelope, bata nele com um objeto duro para triturá-lo.
3. Em uma das partes da maçã, passe, com seu próprio dedo, um pouco do pó do comprimido de vitamina C em toda a polpa da fruta que estiver aparente.
4. Na segunda parte da maçã, passe suco de limão.
5. Na terceira, passe o açúcar e na última parte, não passe nada; reserve-a, apenas.
6. Depois de alguns minutos, compare as quatro partes da maçã e anote suas observações.

#### Orientações

1. Antes de iniciar o experimento, responder, por escrito, a seguintes questões:
  - a) Por que algumas frutas escurecem depois de partidas?
  - b) É possível retardar o escurecimento de frutas partidas?
2. Durante o experimento o aluno deve comparar as quatro partes da maçã, anotar suas observações e entregar para o professor
3. Após o experimento o aluno deve responder por escrito as seguintes questões
  - a) Que diferenças você observou entre as partes da maçã com o passar do tempo?
  - b) O escurecimento da maçã é um processo físico ou químico? Justifique.
  - c) Por que a maçã escurece depois de partida?
  - d) Como você justifica o resultado desse experimento? Quais materiais não permitiram o escurecimento da maçã?

## ANEXO B - Atividade 2.

### Leitura e discussão do texto Aditivos químicos

Fonte: SANTOS, W. L. P.; MÓL; G. S. **Química Cidadã: volume 3.** São Paulo: Editora AJS, 3ª edição, p. 73 a 74, 2016.

#### Aditivos químicos

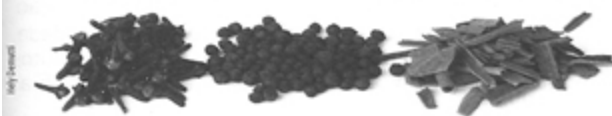
Diversas frutas, como a banana e a maçã, tornam-se escurecidas, depois de descascadas, devido à presença da orto-hidroquinona, substância que reage com o oxigênio do ar produzindo a ortobenzoquinona, que é marrom. Essa reação pode ser representada pela equação ao lado.

O açúcar sobre a superfície não altera a rapidez do escurecimento da maçã.

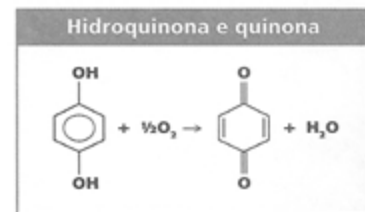
O não escurecimento da maçã no pedaço com pó do comprimido deve-se à presença do ácido ascórbico (vitamina C), que se oxida preferencialmente à hidroquinona.

A utilização de suco de limão também retarda o escurecimento da fruta por aumentar a acidez na superfície em que foi colocado e também por conter ácido ascórbico, que diminui a rapidez da reação.

Para aumentar o tempo de vida útil e realçar determinadas características dos alimentos, a indústria alimentícia utiliza substâncias específicas para cada caso. Essas substâncias e materiais são denominados **aditivos**.



▲ Além do sal e do vinagre, alguns conservantes naturais, como o cravo-da-índia, a canela, e a pimenta-do-reino são usados desde a Antiguidade.

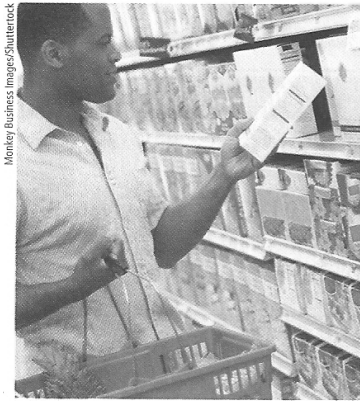


▼ Peixes e carnes recebem alguns aditivos para favorecer a aparência e a conservação.



#### ALGUNS ADITIVOS ALIMENTÍCIOS

Aditivos/códigos	Função	Exemplos
Acidulantes/H	Conferir ou intensificar o sabor ácido e conservar.	Ácido benzoico, ácido bórico, ácido cítrico, ácido fosfórico.
Antioxidantes/A	Evitar a oxidação dos alimentos.	EDTA, ácido ascórbico.
Aromatizantes/F	Conferir ou realçar o aroma.	Álcool isoamilico, óleo de laranja.
Flavorizantes F	Conferir ou realçar o aroma e o sabor.	Acetaldeído, acetato de etila, glutamato de sódio.
Conservantes/P	Impedir a deterioração.	Ácido benzoico, antibióticos, nitritos, nitratos, dióxido de enxofre, ácido sórbico.
Corantes/C	Conferir ou intensificar a cor dos alimentos.	Clorofila, carotenoides, curcumina, óxido de ferro (III).
Espessantes/EP	Aumentar a viscosidade e o volume, mantendo sua textura e consistência.	Ágar-ágar, carboximetilcelulose.
Estabilizantes/ET	Dar cremosidade, não deixar que os componentes se separem.	Fosfolipídios, polifosfatos, citrato de sódio.
Edulcorantes/D	Adoçar (sem açúcares naturais como sacarose e fructose).	Sacarina, ciclamatos, aspartame.
Umectantes/U	Evitar a perda de umidade.	Glicerol, sorbitol, propilenoglicol.
Antiumectantes/AU	Evitar a absorção de água.	Carbonato de cálcio, carbonato de magnésio, silicato de cálcio.



▲ **Seja responsável com sua saúde!**  
Confira sempre os rótulos dos produtos que você consome.



▲ **O índigo ou anil** é um corante de origem vegetal, utilizado para dar cor azul a algumas balas, doces e também aos tecidos *jeans*.

Assim, os aditivos incorporados aos alimentos têm como funções: manter sua consistência; melhorar ou manter seu valor nutricional; manter o sabor e a frescura; controlar a acidez e a textura; melhorar o aspecto visual e o sabor.

Sem o uso de aditivos, não seria possível o processamento da maior parte dos alimentos que ingerimos, os quais, muitas vezes, foram produzidos a centenas ou milhares de quilômetros de nossa casa.

Todavia, na medida em que mais alimentos são processados industrialmente, visando mais ao valor de mercado que ao valor nutricional, enfrentamos uma série de riscos.

Muitos aditivos são contraindicados para consumidores com determinadas patologias, ou podem provocar efeitos alérgicos. Como exemplo, podemos citar alimentos contendo sulfitos ( $\text{SO}_2^-$ ), conservantes originários do dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ), de uso muito frequente na indústria, que não devem ser consumidos por pessoas asmáticas. Seu uso também não é recomendado em alimentos considerados fontes de vitamina B1, pois causa a sua destruição. Por isso, o uso de aditivos químicos é controlado por legislação que proíbe a utilização de substâncias que possam pôr em risco a saúde das pessoas. O grande problema é que, muitas vezes, o efeito de um aditivo no alimento só é identificado depois de ter sido amplamente consumido pela população.

Felizmente, com o passar do tempo, a legislação vem sendo aperfeiçoada, tornando-se mais rigorosa nesse sentido. Porém, nem todos os produtos são fiscalizados corretamente e nem sempre as embalagens especificam as contraindicações dos aditivos.

Outra questão a se considerar, em relação aos alimentos industrializados, é a criação de produtos com aparência, sabor e aroma atrativos, mas com baixo valor nutritivo. Isso se torna um problema, quando esses alimentos passam a substituir outros com melhor qualidade nutricional. Essas mudanças de hábitos alimentares da sociedade precisam ser consideradas por todos os consumidores, para evitar que a tecnologia, em vez de demonstrar a nossa capacidade de adaptação às condições adversas no planeta, venha servir a outros interesses, que ameacem a nossa própria vida.

## Orientações

Os alunos deverão responder as questões abaixo e entregar por escrito para o professor.

1. Questões que deverão ser respondidas antes da leitura do texto
  - a) Defina, com suas palavras, o que são aditivos alimentares.
  - b) Cite algumas substâncias que vocês consideram ser um aditivo alimentar.
  - c) Os materiais que não permitiram o escurecimento da maçã no experimento anterior podem ser considerados aditivos alimentares?
  
2. Questões que deverão ser respondidas após a leitura do texto
  - a) Que tipos de alimentos vocês acham que possuem aditivos alimentares?
  - b) Quais os possíveis riscos à saúde humana podem estar relacionados à ingestão de alguns aditivos alimentares?
  - c) Se o uso dos aditivos alimentares fosse proibido, quais seriam as consequências para a sociedade?

### ANEXO C - Atividade 3.

#### **Análise de embalagens de alimentos industrializados e identificação dos aditivos presentes.**

Fonte: SANTOS, W. L. P.; MÓL; G. S. **Química Cidadã: volume 3**. São Paulo: Editora AJS, 3ª edição, p.76, questão 60 adaptada, 2016.

#### **Orientações**

01. Dois dias antes da atividade, será solicitado que cada aluno leve duas embalagens de diferentes alimentos industrializados cujos rótulos apresentem a vitamina C (ácido ascórbico) como aditivo.

02. Antes do preenchimento do quadro de análise das embalagens, será solicitado aos alunos que respondam a seguinte questão: *“O que vocês aprenderam até aqui sobre a vitamina C?”*

03. Depois os rótulos serão analisados utilizando as informações presentes no texto Aditivos Químicos e os dados organizados em um quadro (quadro 5), conforme o exemplo.

04. Após o preenchimento do quadro será solicitado aos alunos que façam as seguintes atividades e entreguem para o professor:

- a) façam uma pesquisa resumida sobre a vitamina C (nome científico, fórmula molecular e estrutural, propriedades, utilidades e riscos à saúde humana relacionados ao seu uso).
- b) escolham 3 aditivos entre aqueles mencionados no quadro (exceto o ácido ascórbico) e pesquisem quais os riscos à saúde estão relacionados ao uso de cada um deles.

**Quadro 5:** Análise de embalagens de alimentos e identificação dos aditivos presentes

<b>ADITIVOS EM ALIMENTOS</b>			
<b>ALIMENTO</b>	<b>ADITIVO</b>	<b>TIPO/CÓDIGO</b>	<b>AÇÃO</b>
Exemplo: Refrigerante Coca-Cola Zero Sem açúcar	Ácido cítrico	Acidulante/H	Conferir sabor ácido
	EDTA	Antioxidante/A	Evitar oxidação
	Ciclamato de sódio	Edulcorantes/ET	Adoçante
	Benzoato de sódio	Conservantes/P	Conservante
	Citrato de sódio	Estabilizante/ET	Conferir cremosidade

**Fonte:** elaborado pelos autores