



**Universidade de Brasília (UnB)
Curso de Especialização em Ensino de Ciências
(Ciência é 10!)**

**A UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA INVESTIGATIVA
NO ENSINO DE QUÍMICA: A RELAÇÃO DA REAÇÃO
DE OXIDAÇÃO COM A CONSERVAÇÃO DE
ALIMENTOS**

IOLANDA INÁCIA OLIVEIRA

Orientador: Dr. WESLEY PEREIRA DA SILVA

**Brasília-DF
2021**

Iolanda Inácia Oliveira

**A UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA INVESTIGATIVA NO ENSINO DE QUÍMICA:
A RELAÇÃO DA REAÇÃO DE OXIDAÇÃO COM A CONSERVAÇÃO DE
ALIMENTOS**

Monografia submetida ao curso de pós-graduação *lato sensu* (especialização) em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do certificado de conclusão.

Orientador: Dr. Wesley Pereira da Silva

**Brasília-DF
2021**

CIP – Catalogação Internacional da Publicação*

0048u Oliveira, Iolanda Inácia
A utilização da metodologia investigativa no ensino de química: A relação da oxidação com a conservação de alimentos. / Iolanda Inácia Oliveira; orientador Wesley Pereira Da Silva. -- Brasília, 2021.
36 p.

Monografia (Especialização - Especialização em Ensino de Ciências) -- Universidade de Brasília, 2021.

1. Ciência. 2. Ensino Investigativo. 3. Química. 4. Oxidação enzimática. 5. Conservação de alimentos.. I. Da Silva, Wesley Pereira, orient. II. Título.



**A UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA INVESTIGATIVA NO ENSINO DE QUÍMICA: A
RELAÇÃO DA REAÇÃO DE OXIDAÇÃO COM A CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS**

***THE USE OF INVESTIGATIVE METHODOLOGY IN CHEMISTRY TEACHING: THE
RELATION OF OXIDATION REACTION WITH FOOD CONSERVATION***

Iolanda Inácia Oliveira

Monografia submetida como requisito parcial para obtenção do certificado de conclusão do curso de especialização em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília, em 12 de novembro de 2021, apresentada e aprovada pela banca examinadora abaixo assinada:

Prof. (Dr.): Wesley Pereira da Silva, UnB
Orientador

Prof. (Dr.): Mauro Eloi Nappo, UnB
Membro Convidado

Prof. (Dr.): Ramon de Oliveira Santana, UEAPE
Membro Convidado

Dedico este trabalho aos meus pais, que sempre fizeram o impossível para me tornar a profissional que sou hoje, me apoiando e incentivando. Dedico também ao meu marido, por sempre me apoiar nas adversidades do dia a dia e me auxiliar no que lhe é de alcance para realização desta produção teórica.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha vida, e por ter permitido que eu tivesse saúde e determinação para não desistir durante a realização deste trabalho.

Agradeço ao meu marido Matheus, que ao longo desses meses vem me apoiando em todas as adversidades do dia a dia, com paciência e dedicação em nossa relação, e com isso conseguimos vencer mais essa etapa da vida acadêmica. Obrigada, meu amor, por suportar as crises de estresse e minha ausência em diversos momentos.

Aos meus pais Carlos e Eunice que me incentivaram nos momentos difíceis e compreenderam a minha ausência enquanto eu me dedicava à realização deste trabalho.

Ao professor Wesley, pelas correções e ensinamentos, por ter sido meu orientador e ter desempenhado tal função com dedicação e amizade.

Ao professor Olavo, pela ajuda e pela paciência para com todos os cursistas na realização das atividades do curso.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes).

*“Educação não transforma o mundo.
Educação muda as pessoas.
Pessoas transformam o mundo”.*
(Paulo Freire)

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo avaliar a eficiência do ensino investigativo através da realização de uma sequência metodológica, analisando o processo de oxidação enzimática da maçã, envolvendo conservação de alimentos. Trata-se de uma metodologia com ênfase na elaboração de hipóteses pelos alunos, visando reduzir o processo de oxidação enzimática com objetos do cotidiano, a pesquisa foi desenvolvida remotamente, com 18 estudantes do 8º ano do ensino fundamental de uma escola pública no estado de Goiás. Os resultados observados foram satisfatórios para uma aplicação de ensino on-line, o uso da metodologia foi de grande relevância para o ensino, pois decorreu um olhar investigativo nos estudantes, além de ser uma atividade de baixo custo possível do aluno praticar no seu cotidiano.

Palavras-chave: Ciência. Conservação de alimentos. Ensino Investigativo. Oxidação enzimática. Química.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the efficiency of investigative teaching through the realization of a methodological sequence, analyzing the process of enzymatic oxidation of apples, involving food preservation. It is a methodology with emphasis on the elaboration of hypotheses by the students, aiming to reduce the enzymatic oxidation process with everyday objects, the research was carried out remotely, with 18 students of the 8th year of elementary school of a public school in the state of Goiás. The results observed were satisfactory for an online teaching application, the use of the methodology was of great relevance for teaching, as it took an investigative look at the students, in addition to being a low-cost activity for the student to practice in their daily.

Keywords: Chemistry. Enzymatic oxidation. Food preservation. Investigative Teaching. Science.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 Didática Investigativa	10
1.2 A problematização no processo de investigação	11
1.3 Aplicação da atividade investigativa no ensino de química	11
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
2.1 Ensino de Ciências por investigação.	12
2.2 Perspectiva sobre ensino de ciências por investigação apresentada nos Parâmetros Curriculares Nacionais Norte Americanos.	14
2.3 Ensino de Química por investigação	12
3 METODOLOGIA	16
3.1 Ambiente e Participantes do Estudo.	17
3.1 Procedimentos Metodológicos.	17
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS	20
4.1 A concepção prévia dos estudantes sobre os tipos de reação química apresentados.	21
4.2 Análise das propostas experimentais dos estudantes.	22
CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
APÊNDICES	32

INTRODUÇÃO

Neste texto, será explanado e avaliado, uma sequência metodológica didática, baseada no ensino por investigação, sendo aplicada em turmas do ensino médio em uma escola pública do estado de Goiás. O projeto se originou a partir de estudos e uma série de atividades presentes no plano de ensino do curso de especialização em ciências “C10” oferecido pela Capes a professores do ensino básico para capacitação de docentes na rede pública.

O curso de especialização surgiu mediante a uma série de divergências quanto ao que seria de fato uma sequência metodológica investigativa usual, e como seria a melhor forma de aplicá-la, para que o aluno venha a se colocar como agente de sua própria recepção, elaborando métodos para resolução de problemas, verificando a presença ou não de variações, observando e analisando as coleta de dados, discutindo resultados, e posterior realizando a sistematização de suas conclusões de forma epistemológica.

1.1 Didática Investigativa

Através da sequência didática investigativa, pretende se engajar o aluno ao interesse em observações de situações problemas em seu cotidiano, para que o mesmo associa a ciência à resolução de situações problemas e que reduzam e inclusive a evasão escolar, pois segundo Bento (2017, p. 459) o abandono escolar e o desinteresse pelos conteúdos abordados nas aulas tem sido um grande limitador do ensino significativo e tem gerado grande preocupação em entidades governamentais, professores e pais. No ensino investigativo os alunos deverão se basear em conceitos científicos e evidências empíricas no processo investigativo.

Iniciado a sequência didática com a contextualização dos conceitos químicos “cinética química e oxidação enzimática na conservação de alimentos” utilizamos a maçã como objeto de estudo. Após a contextualização, ocorreu a problematização em forma de desafio, onde os alunos foram divididos em grupos, que criaram hipóteses para resolução do problema e investigaram.

1.2 A problematização no processo de investigação

A questão problema da atividade investigação, foi trabalhada em forma de desafio, onde alunos solucionaram a seguinte situação problema: "Suponha que você faça parte da cidade do Pomar. Nessa cidade todas as ruas possuem pomares que em época de frutos, ficam recheadas de lindas maçãs, mas aí há um problema, longe do período das maçãs, os pomares ficam vazios e a cidade fica sem suas famosas maçãs. Observando essa situação, o Prefeito dessa cidade decidiu criar uma premiação ao morador que descobrir qual o melhor método de conservar as maçãs após cortadas pelo maior tempo possível. As condições é que a maçã não oxide. Como você faria para conservar as maçãs por 3 dias? Prove cientificamente."

1.3 Aplicação da atividade investigativa no ensino de química

As aulas foram aplicadas via remoto, com orientação de dois professores. A aplicação foi dividida em dois módulos para melhor execução da atividade investigativa, no primeiro módulo o aluno é exposto a problematização, investiga para criar suas hipóteses, buscando solucionar o problema, e no segundo módulo, o aluno testa sua hipótese, observa seus resultados, discutem, refletem e concluem sua análise. De acordo com Gomes (2017. p, 922) é necessário que os professores promovam um ambiente rico interações diálogos, discussões onde haja um trocas de conhecimento, desta forma os alunos poderão discutir, testar, observar, refletir e analisar as hipóteses como um todo.

O ensino investigativo vem demonstrando uma forma eficiente no processo educativo, de modo que pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) no eixo Ciências da Natureza e suas Tecnologias propõe também que os estudantes ampliem as habilidades investigativas desenvolvidas no Ensino Fundamental, apoiando-se em análises quantitativas e na avaliação e na comparação de modelos explicativos. Além disso, espera-se que eles aprendam a estruturar linguagens argumentativas que lhes permitam comunicar, para diversos públicos, em contextos variados (BRASIL, 2018, p. 35).

Esses tipos de atividades que possuem maior dinâmica, tendem a ter o maior potencial de alcance de aprendizagem significativa, conectando as concepções dos alunos e aprendizagem conceitual. Essa atividade investigativa busca verificar a

eficácia deste plano de aula no contexto educacional presencial de uma escola pública de ensino em Goiânia.

Neste foi aplicada uma sequência didática com caráter investigativo no ensino de química, para alunos do ensino fundamental de escola pública de Goiás. A metodologia investigativa foi aplicada de forma remota, objetivando analisar como que o ensino por investigação promove nos estudantes a elaboração de hipóteses científicas para métodos de conservação de alimentos.

Dessa forma, a presente pesquisa em formato de uma intervenção pedagógica tem como objetivo analisar como o ensino por investigação pode promover nos estudantes maior desenvolvimento quanto a elaboração de hipóteses científicas para métodos de conservação de alimentos.

Assim, o objetivo geral apresentado pode ser organizado nos seguintes objetivos específicos:

- Analisar as propostas experimentais construídas pelos estudantes para solucionar a situação-problema;
- Analisar a participação e envolvimento dos alunos na atividade investigativa.
- Verificar a compreensão dos alunos quanto a associação do fenômeno observado ao conceito de reação química da oxidação enzimática.

Para compreender melhor a proposta apresentada no presente texto bem como o percurso metodológico é importante a compreensão de alguns conceitos que são as bases teóricas da pesquisa e da atividade de investigação.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O trabalho apresentado é um estudo, para realização de uma atividade investigativa no ensino de química, para alunos do 8º ano do ensino fundamental. Portanto serão abordados temas referentes ao ensino investigativo e suas perspectivas, tal como sua participação para uma aprendizagem significativa na ciência.

2.1 Ensino de Ciências por investigação

Se o objetivo é inovação, falar em ensino de ciências por investigação é quase senso comum em países da América do Norte e Europa. Citando autores que são referência na temática, Munford e Lima (2007, p. 3), destacam que “no Brasil, entretanto, essa abordagem está menos “consagrada” e é relativamente pouco discutida. Mesmo assim, aqui, o interesse vem crescendo, sendo que pesquisadores e educadores voltaram para a questão”.

Ao se trabalhar com a prática de Ensino de Ciências por Investigação, Munford e Lima (2007) sugere uma imagem diferente das aulas de ciências convencionais, dentre elas, o professor fazendo anotações no quadro, seguidas de explicações e os estudantes anotando, ouvindo e dissertando sobre um determinado tópico de conteúdo.

Contudo os autores, Munford e Lima (2007) indagam sobre os sentidos de se promover esse tipo de ensino: Por que mesmo é importante ensinar ciências por meio de investigação? Essa importância está atrelada a uma tentativa de explicitar uma posição docente sobre as contribuições do ensino por investigação na educação básica, que parte da preocupação em se adotar determinadas perspectivas de ensino significativo de ciências.

Traremos alguns questionamentos sobre o método investigativo que é abordado por Munford e Lima (2007) tais como: Esse tipo de orientação alternativa contribui para a aprendizagem de ciências? Em que sentido ela pode ajudar a solucionar problemas que enfrentamos em nossas salas de aula?

Através destes questionamentos o autor conclui que, na escola os conceitos são apresentados de forma abstrata, desta forma eles são distanciados do contexto que lhe deu origem. Ocorrendo assim uma separação entre o que é aprendido, do modo como esse conhecimento é aprendido e utilizado (MUNFORD; LIMA, 2007).

O ensino por investigação é um tema que ainda possui divergência entre autores, por ser relativamente novo na literatura atual. Ele vem sendo atrelado ao desenvolvimento da alfabetização científica, que segundo Sasseron (2011), a alfabetização científica vem sendo associada ao maior desenvolvimento pessoal, e deveria ser este o objetivo maior do currículo de ciências.

Nesta perspectiva, Sasseron (2011) destaca que o foco deixa de estar somente sobre o ensino de conceitos e métodos das ciências, mas também recai sobre a

natureza das ciências e suas implicações mútuas com a sociedade e ambiente, e se faz importante no ensino tecnológico atual.

Para a autora Sasseron (2011), a alfabetização científica, possui três eixos estruturantes, para auxiliar o docente a alcançar uma melhor prática objetivando a alfabetização científica de seus alunos, são eles: 1 - A compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais e concerne na possibilidade de trabalhar com os alunos a construção de conhecimentos científicos necessários para que seja possível a eles aplicá-los em situações diversas e de modo apropriado em seu dia-a-dia, 2 - Compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática. Reporta-se, pois, à ideia de ciência como um corpo de conhecimentos em constantes transformações por meio de processo de aquisição e análise de dados, síntese e decodificação de resultados que originam os saberes; 3 - entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente. Trata-se da identificação do entrelaçamento entre estas esferas e, portanto, da consideração de que a solução imediata para um problema em uma destas áreas pode representar, mais tarde, o aparecimento de um outro problema associado.

De acordo com a autora Sasseron (2011) às propostas didáticas que surgirem respeitando esses três eixos devem ser capazes de promover o início da Alfabetização Científica, pois terão criado oportunidades para trabalhar problemas envolvendo a sociedade e o ambiente, discutindo, concomitantemente, os fenômenos do mundo natural associados, a construção do entendimento sobre esses fenômenos e os empreendimentos gerados a partir de tal conhecimento.

2.2 Perspectiva sobre ensino de ciências por investigação apresentada nos Parâmetros Curriculares Nacionais Norte Americanos

Para os autores, fazer e compreender a investigação científica significa combinar conceitos e teorias científicas com processos, tais como observação, inferência, experimentação. Nesse caso, não basta fazer observações e levantar hipóteses sobre mudanças nas características de uma população de pássaros, nas características de um material ou no movimento de um objeto (MUNFORD; LIMA, 2007).

De acordo com o autor, se faz necessário um conjunto de atividades para elaboração de uma investigação científica, sendo necessário uma boa base de referencial teórico sobre o tema estudado, visando obter conhecimento empírico, para desta forma entender o fenômeno a ser observado.

Fazer ciências significa se apropriar de teorias do campo científico para investigar e explicar esses fenômenos, tais como a teoria da seleção natural, a teoria atômica ou as leis de Newton. Esse olhar “impregnado” de teorias científicas é parte essencial do “fazer científico” que muitas vezes não recebe a necessária articulação no ensino (MUNFORD; LIMA, 2007).

Além dessas considerações mais abrangentes sobre o ensino de ciências por investigação, os parâmetros curriculares norte-americanos e alguns documentos posteriores têm como preocupação central levar ao professor estratégias para trazer o ensino por investigação para as salas de aula (MUNFORD; LIMA, 2007).

Como base de estratégia metodológica de ensino, foi utilizado o documento “Investigação e os Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências: Um Guia para Ensino e Aprendizagem” (Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning), elaborado em 2000. onde é apresentado uma sequência de objetos que devem estar presente na metodologia de ensino investigativo, objetivando que os alunos: engajem-se com perguntas de orientação científica; dêem prioridade às evidências ao responder questões; formulam explicações a partir de evidências; avaliem suas explicações à luz de outras alternativas, em particular as que refletem o conhecimento científico; comuniquem e justifiquem explicações propostas.

2.3 Ensino de Química por investigação

As atividades experimentais são práticas em geral vistas com bons olhos pelo professorado e, sobretudo, pelos estudantes. Dificilmente algum desses sujeitos não aprecia a realização, ou mesmo a observação, de um experimento de ciência. Os alunos gostam de ver cores, fumaças, movimentos, choques e explosões. Os professores gostam de “ensinar na prática”, como eles mesmos dizem. Todos gostam de experiências fantásticas! (SOUZA, 2013).

Uma atividade de ensino investigativa deve partir de uma situação problema que possa interessar os alunos a participar da investigação, suscitando a busca de informações, a proposição de hipóteses sobre o fenômeno em estudo, o teste de tais hipóteses, e a discussão dos resultados para a elaboração de conclusões acerca do problema.

Nesse processo, os alunos mobilizam os conhecimentos que já têm e buscam outros para formular suas hipóteses e propor maneiras de solucionar o problema apresentado, devem argumentar, procurando justificar tais hipóteses e procedimentos propostos, e estabelecer relações entre fatos e possíveis explicações e aplicar os conhecimentos construídos em outras situações (SOUZA, 2013).

Os alunos, dessa maneira, têm um papel ativo, sendo o professor o orientador desse processo, no qual incentiva os alunos a participar, indica ou fornece informações necessárias, questiona os encaminhamentos dados pelos estudantes na busca de soluções para o problema, auxilia-os na elaboração de procedimentos e na análise dos dados (SOUZA, 2013).

Assim, em uma atividade de natureza investigativa, a ação do aluno não deve se limitar apenas ao trabalho de manipulação ou observação, ela deve também conter características de um trabalho científico: o aluno deve refletir, discutir, explicar (SOUZA, 2013).

3. METODOLOGIA

A presente pesquisa tem caráter qualitativo, que se iniciou através da apresentação do público-alvo do estudo, no segundo tópico foi abordado a metodologia da atividade a ser aplicada junto aos alunos, com a promoção da prática investigativa em um contexto on-line.

Nesse aspecto Minayo (2015) descreve que a pesquisa qualitativa considera níveis de realidade que não podem ser quantificados, a autora acrescenta que esse tipo de pesquisa está se interessando pelo significado das ações e relações humanas (MINAYO, 2015).

3.1 Ambiente e Participantes do Estudo

A pesquisa foi realizada em uma escola da rede estadual de Goiás na região noroeste da cidade de Goiânia, sendo esta, a região com habitação da população mais carente presente na cidade. A pesquisa foi realizada entre o período de 06 a 08 de outubro de 2021, a aplicação da atividade ocorreu por via remota, pois, a escola atua sobre regime de revezamento com alunos em casa e parte presencial, sendo que, a AI foi aplicada nas turmas do 8º ano, destas turmas, participaram da atividade alunos que possuíam algum equipamento eletrônico com rede de dados ou Wi-Fi, sendo eles, celular, computador ou *notebook*. As atividades foram aplicadas na disciplina de iniciação científica, com cerca de 20 alunos, ambos realizaram as atividades em suas casas com as devidas instruções.

3.2 Procedimentos Metodológicos

A investigação ocorreu por meio da aplicação de uma atividade investigativa planejada em módulos, conforme descrito a seguir:

Módulo 1

Aula	metodologia investigativa	Conteúdos
Aula 1/1 30min	<ol style="list-style-type: none"> <li data-bbox="408 1417 1114 1951">1. Contextualização do ensino investigativo, com engajamento dos alunos acerca da aplicação de seguinte situação problema: "Suponha que você faça parte da cidade do Pomar. Nessa cidade todas as ruas possuem pomares que em época de frutos, ficam recheadas de lindas maçãs, mas aí há um problema, longe do período das maçãs, os pomares ficam vazios e a cidade fica sem suas famosas maçãs. Observando essa situação, o Prefeito dessa cidade decidiu criar uma premiação ao morador que descobrir qual o melhor método de conservar as maçãs após cortadas pelo maior tempo possível. As condições é que a maçã não oxide. Como você faria para conservar as maçãs por 3 dias? Prove cientificamente." <li data-bbox="408 1989 1114 2051">2. Foi sugerido que os alunos pesquisassem os seguintes conceitos: " Oxidação Enzimática; 	Conservação de alimentos.

	Conservação de Alimentos” para auxiliar sua construção de hipóteses.	
Aula ½ 30 min	<ol style="list-style-type: none"> 3. A pesquisa foi realizada na base de dados Google acadêmico, objetivando a elaboração de hipóteses com base empírica. 4. Levantamento de 1 Hipótese por aluno. 5. Aplicação do questionário de verificação de estudos prévios via <i>Google Forms</i>, onde é registrada a hipótese dos estudantes a serem testadas. 	Conservação de alimentos.
Aula 2/1 20min	<ol style="list-style-type: none"> 1. Apresentação do experimento para os alunos, para que organizem os materiais e espaço para realização do experimento. 	Conservação de alimentos.

Módulo 2

Aula	metodologia investigativa	Conteúdos
Aula 1/1 30min	<ul style="list-style-type: none"> • Preparação dos recipientes de ensaio, com orientação dos professores, seguindo o manual do experimento. • Para observação, foi utilizado como método comparativo outros 4 recipientes com ingredientes predefinidos e 1 recipiente com a hipótese levantada pelo aluno. • Elaboração das explicações com base nas evidências empíricas. 	Conservação de alimentos.
Aula 1/2 40min	<ul style="list-style-type: none"> • Observação dos 5 recipientes; • Coleta de Dados visuais e preenchimento da tabela de acompanhamento. 	Conservação de alimentos.
Aula 1/3 30min	<ul style="list-style-type: none"> • Discussão coletiva e avaliação de explicações alternativas, variáveis observadas, com oportunidade de revisão e reelaboração do próprio pensamento. • Expressão e comunicação das explicações produzidas, 	Conservação de alimentos.
Aula 1/4 30min	<ul style="list-style-type: none"> • Finalização da atividade investigativa, através de questionário via <i>Google Forms</i>, para registro de exploração quanto à: recepção dos alunos do tema, do método utilizado, das variáveis, sistematização, explicação e conclusão com base nas evidências analisadas. 	Conservação de alimentos.

A atividade investigativa foi aplicada através de tecnologias de ensino remoto para turmas de 8 anos do ensino fundamental de uma escola da rede estadual de Goiânia em 2 módulos.

Para sua execução foi criada uma sala de aula no *Google Classroom* para compartilhamento e execução das atividades. Sendo que, no módulo 1 sua aplicação ocorreu através da plataforma *Zoom Meeting*, que foi um grande facilitador, visto que os alunos destas turmas estavam sobre o regime de ensino remoto.

Através da plataforma *Zoom*, foi explicado aos alunos como seria a realização da investigação. Já no módulo 2, decorreu-se através da realização da experimentação, para verificação dos testes de hipóteses levantados pelos estudantes.

Os alunos foram orientados e instruídos de acordo com a Proposta Experimental, disponível no apêndice A. Durante a apresentação da proposta experimental houveram casos de desistência entre alguns alunos da atividade, por falta dos materiais ou com receio de desperdício.

Os alunos que seguiram na experimentação, foram realizando as observações visuais conforme o tempo de análise e realizando o compartilhamento das fotos de cada etapa no grupo de discussão via *WhatsApp*. A seguir algumas fotos enviadas pelos alunos da preparação do experimento.

Figura 01- Preparação da experimentação em casa e análise visual com observação do processo de oxidação enzimática



Fonte: Autoria Própria

Para a discussão realizada no módulo 2, foi utilizado como ferramenta pedagógica o grupo de *WhatsApp*, a mesma foi realizada de uma forma orientada, com supervisão e mediação da professora, para que de fato, os alunos conseguissem apresentar melhor suas hipóteses e resultados aos colegas.

Deste modo, os alunos utilizaram uma forma mais habitual e orientada, a plataforma inclusive já é utilizada em metodologias escolares devido ao período de pandemia. Neste contexto, o uso de mídias digitais e tecnologias são ferramentas interessantes de serem introduzidas, visto que com base em MORAN (2012), muitos estudantes mais tímidos costumam participar de forma ativa nestes espaços digitais, às vezes, melhor do que numa discussão presencial.

As redes são também interessantes para que os estudantes aprendam juntos, se ajudem mutuamente, percebam que podem trazer contribuições significativas. Ainda para análise de compreensão dos estudantes sobre a problemática, foram utilizadas atividades de verificação de aprendizagem, onde foram coletadas respostas dos alunos para verificação de compreensão dos conceitos químicos abordados pelo estudo.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

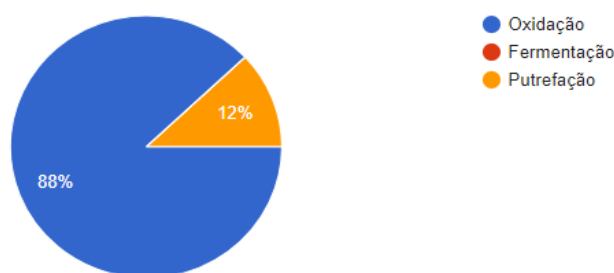
A presente análise qualitativa, é resultado de uma pesquisa de aplicação da metodologia investigativa, com uma sequência didática voltada ao ensino de química. Os dados aqui apresentados foram analisados com base em autores de referência no ensino por investigação, sendo eles: Carvalho (2019, p. 50-51), Munford e Lima, (2007) e Sasseron (2011). De forma que foi possível, realizar a comparação dos resultados obtidos dos estudantes, com o referencial teórico observado, tornando se possível uma avaliação da argumentação dos alunos a fim de identificar em suas falas um olhar investigativo.

4.1 A concepção prévia dos estudantes sobre os tipos de reação química apresentados

A fim de verificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema oxidação enzimática no estudo da química, e avaliar sua compreensão de uma situação habitual, foi questionado sobre "Qual o tipo de reação ocorre no escurecimento da maçã após cortada?" As respostas foram coletadas através da ferramenta *Google Forms*.

Conforme visto no Gráfico 1, 1,88% dos alunos conseguiram identificar a oxidação como reação responsável pelo fenômeno observado, mesmo sendo um conteúdo que ainda não havia sido abordado em sua faixa etária escolar. Considero uma explicação importante neste resultado a utilização da contextualização inicial com a metodologia de pesquisa. Pois de acordo com Carvalho (2019) a leitura contextualizada, com objetivos bem-definidos e viabilizados a partir de cursos e propostas pedagógicas, colabora para o protagonismo do aluno, sendo ele o construtor de seu próprio conhecimento, e quando inserido no ambiente fazer ciência, provoca o educando a refletir sobre a discussão proposta, pensar criticamente e tomar posição como base no texto e seus conhecimentos prévios.

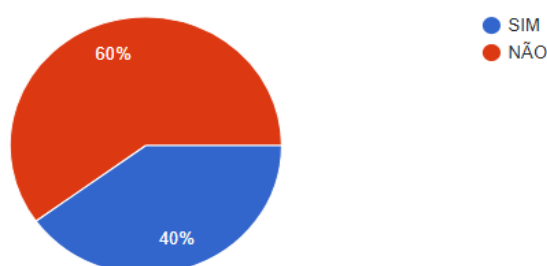
Gráfico 1- Proporção de alunos que conseguiram identificar a oxidação como reação responsável pelo fenômeno do escurecimento da maçã.



Fonte: Autoria Própria

Já em outro questionamento, os alunos foram abordados com a seguinte questão: "Você acha que as razões para a ferrugem do ferro e o escurecimento da maçã são as mesmas?" Foi percebido que, 40% dos alunos conseguiram associar o fenômeno de oxidação a mais um objeto do dia a dia.

Gráfico 02- Proporção de alunos que conseguiram associar o fenômeno de oxidação na ferrugem do ferro e o escurecimento da maçã.



Fonte: Autoria Própria

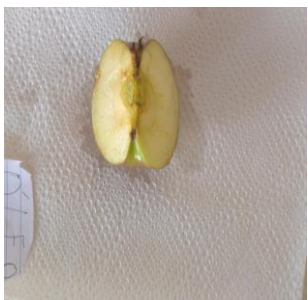
Ambos os fenômenos ocorrem pela oxidação, ou seja, quando um objeto entra em contato com o oxigênio. Entretanto, somente 40% dos estudantes conseguiram associar os processos de oxidação da maçã ao processo de oxidação da ferrugem a qual é observado em objetos de metais.





4.2 As Propostas Experimentais dos Estudantes


Durante a etapa de elaboração de hipóteses, os alunos pesquisaram meios de conservação pela internet, de forma que a grande maioria sugeriu meios de conservação que já existiam, colocar na geladeira, conservar e saco plástico e etc. Desta forma foi solicitado para que eles pesquisassem uma forma líquida inovadora, ou utilizassem algo que tivesse em casa mesmo para que conseguissem observar o fenômeno através do processo experimental. Surgindo então as seguintes hipóteses presentes no Quadro 1.

Através da observação dos resultados dos estudantes, sendo eles, falas e fotos dos experimentos enviados, foi elaborado o Quadro 1, onde foi realizada uma análise para identificação da presença de estímulos quanto ao olhar investigativo dos estudantes, a análise foi baseada no referencial teórico utilizado como pode ser observada a seguir.

Quadro 1: Observação das coletas de dados visuais

Hipótese	Observação após 30 min	Transcrição de falas	Análise
Óleo		Deixei mais de 50 segundos no pote e ele foi mudando de cor de pouco em pouco, quando tirei ele ainda ficou com a cor clara. (Estudante A8, 07 out. 2021)	Teste de hipótese.

Mel		<p>O meu experimento foi a maçã inteira, cortei ela em quatro pedaços e coloquei mel com água em uma, ela ficou meio velha, a segunda ela ficou meio preta e a terceira ficou muito preta. (Estudante A7, 07 out. 2021)</p>	<p>Teste de hipótese;</p> <p>Delimitação de variáveis.</p>
Suco de Laranja		<p>A sua aparência não mudou nos primeiros 10min, mais 10 min depois ela continuou clara, nos outros 10min ela continuou clara. (Estudante A9, 07 out. 2021)</p> <p>No experimento a maçã que só mergulhou em água e a que não mergulhou em nada, ocorreu a oxidação com elas, já as outras que estavam mergulhadas no vinagre, no suco de limão e na laranja não ocorreu oxidação porque essas três coisas neutralizam a oxidação. (Estudante A9, 07 out. 2021)</p>	<p>Teste de hipótese;</p> <p>Delimitação de variáveis.</p> <p>Construção de relação entre variáveis;</p> <p>Estabelecimento de justificativas e refutações.</p>
Água fria com sal		<p>Bom...No meu experimento, mergulhei por 50 segundo as fatias, depois de 5 minutos começou a fazer efeito. As fatias que foram mergulhadas no limão e água fria com sal elas ficaram bem clarinhas(normal). Já a que foi mergulhada no vinagre, água (sem nada) e no recipiente sem líquido elas ficaram marrons. (Estudante A3, 07 out. 2021)</p>	<p>Teste de hipótese;</p> <p>Delimitação de variáveis.</p>
Bicarbonato de Sódio		<p>Alguns componentes ajudaram com que a maçã não oxidase, porém não foi o caso do bicarbonato pois ele permitiu que a maçã oxidase, porém de forma mais lenta. (Estudante A4, 07 out. 2021)</p>	<p>Teste de hipótese;</p> <p>Delimitação de variáveis.</p> <p>Construção de relação entre variáveis.</p>

Coca Cola		<p>No meu experimento ocorreu que a maçã que estava sem nada ficou mais escura e as outras cada um tem o processo diferente, a que estava no limão ficou mais clara que todas, e a que estava na coca ficou toda melada, e a que estava no vinagre ficou com rajas escuras, e a que estava na água ela limpou a maçã e ficou um pouco escura. (Estudante A10, 07 out. 2021)</p>	<p>Teste de hipótese; Delimitação de variáveis.</p>
-----------	---	---	--

Fonte: Autoria Própria

A análise das argumentações presentes na transcrição de falas foi realizada conforme estudo de Carvalho (2019) que apresenta propósitos e ações epistemológicas na metodologia investigativa, de modo que para sua análise foram considerados os seguintes parâmetros:

- Teste de hipótese: O teste pode ocorrer de maneira empírica ou hipotética. Ele está associado ao problema proposto pelo professor, mas vai além: é um incentivo para que os alunos ponham à prova ideias que apresentam para a solução do problema. Muitas vezes aparece como uma condição do tipo e se [...].
- Delimitação de variáveis: O que está sendo reconhecido são as variáveis que atuam no fenômeno, que são relevantes para sua compreensão.
- Construção de relação entre variáveis: Uma vez que as variáveis foram explicitadas, inicia-se a construção de relações entre elas - de que modo a alteração em uma afeta a outra. Pode ser um passo para avaliação das variáveis anteriormente delimitadas, auxiliando a definir quais são as variáveis, de fato, relevantes. Aqui começam a ser construídas as explicações para o fenômeno.
- Estabelecimento de justificativas e refutações: Nesta etapa foram construídas as relações entre as variáveis, a análise das condições-limite em que certas reações ocorreram em decorrência de certas ações permite avaliar o que foi proposto. Esse movimento de encontrar os limites por meio de avaliação contribui para o estabelecimento de justificativas e de refutações para explicação dada. (CARVALHO, 2019, p. 50-51)

Nesta etapa, os estudantes realizaram a execução do experimento para a validação de hipóteses, onde foram observaram as diversas reações que ocorreram na maçã. Os estudantes comparam o resultado observado no teste de hipóteses às outras variáveis pré-estabelecidas no Apêndice A, onde foi observado a presença de

construção de habilidades de investigação dos estudantes, tais como, o fazer, do teste de hipótese pelos alunos.

Ocorreu a presença de delimitação de variáveis nos alunos A3, A4, A7, A9 e A10, onde ambos conseguiram identificar a mudança de reação da maçã sobre as diferentes variáveis, quando comparada as que não foram mergulhadas em nada, ou em água, suco de limão ou vinagre.

Associação do fenômeno escurecimento e mudança de cores, foram observadas pelos estudantes A3, A9 e 10 nas maçãs que ficaram expostas ao ar e submergidas em água. O estudante A9 ainda estabelece justificativas e refutação quanto seus resultados, ao relatar que, as maçãs que ... “estavam mergulhadas no vinagre, no suco de limão e na laranja não ocorreu oxidação porque essas três coisas neutralizam a oxidação” (Estudante A9, 07 out. 2021).

Desta forma foi possível verificar que o aluno associou que o limão e a laranja afetam a taxa de reação de escurecimento enzimático, como um potente antioxidante natural. Ao entrar em contato com a maçã, o limão neutraliza a ação da oxidação, impedindo que a maçã escureça. Quanto à construção de relação entre variáveis, os alunos A4 e A9 conseguiram construir relações entre as variáveis e construir as explicações para o fenômeno observado.

De acordo com Munford e Lima, (2007), as ações dos estudantes acima, trazem características quanto às perspectivas sobre ensino de ciências por investigação apresentada nos Parâmetros Curriculares Nacionais Norte Americanos, onde foram observadas nesta etapa a capacidade dos estudantes em: observar, inferir e a experimentar.

Para discutir a atividade que foi exposta aos alunos, traremos dois exemplos de discussão abordadas via grupo de WhatsApp visando alcançar os propósitos e ações epistemológicas da professora para promover a argumentação.

Quadro 2: A professora trabalha a partir das hipóteses dos estudantes para realizar discussão

Sujeito	Transcrição de falas	Análise
Professora	Agora respondam aqui, qual motivo da maçã escurecer mesmo? deixem suas sugestões. Vamos discutir. (08 out. 2021)	Estabelece interações positivas.
A1	Porque ela está exposta ao oxigênio que faz a maçã ter a reação oxidante. (08 out. 2021)	Estabelece justificativa e refutação.

A2	Pois ela... O oxigênio está em ação com os carboidratos? (08 out. 2021)	Propõe questões e dilemas.
A3	Bom, professora, pelo que eu pesquisei. As maçãs escurecem porque elas estão expostas no oxigênio que faz ela ter reação oxidante. (08 out. 2021)	Estabelece justificativa e refutação. Compreensão básica de termos.
A4	por que quando ela entra em contato com o oxigênio faz com que ela reaja de modo oxidante a fazendo escurecer? (08 out. 2021)	Propõe questões e dilemas.
A5	Porque ocorre uma reação do oxigênio com a enzima da fruta. (08 out. 2021)	Estabelece justificativa e refutação.
A6	Isso ocorre devido ao contato do ar com a fruta, e quando o oxigênio entra em contato com a fruta começa a escurecer. (08 out. 2021)	Estabelece justificativa e refutação.
Professora	Boas respostas, pessoal. Alguém tem uma ideia diferente? (08 out. 2021)	Promove oportunidade para que os estudantes reflitam sobre a situação.
A6	Pelo que eu pesquisei, achei só isso. (08 out. 2021)	

Fonte: Autoria Própria

Nas falas observadas na argumentação dos alunos, através da interpretação das falas transcritas, foi possível observar que os alunos A2 e A4 se engajaram na atividade investigativa propondo novos questionamentos e discussões.

Os alunos A1, A3, A5 e A6 demonstraram em suas falas o direcionamento investigativo de estabelecer justificativas e refutações para os fenômenos observados, construindo relação entre as variáveis, associando a presença do oxigênio ao escurecimento da fruta e sua reação oxidante.

Na fala do aluno A3 “Bom, professora, pelo que eu pesquisei. As maçãs escurecem porque elas estão expostas no oxigênio que faz ela ter reação oxidante.” foi observado a compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais para o assunto oxidação. Como visto por Sasseron (2011) é um atributo importante para a análise de verificação nos alunos, visto que está relacionado ao condicionamento ou não da construção de conhecimentos científicos necessários.

Quadro 3: A professora trabalha as interações com a associação de outros fenômenos do dia a dia.

Sujeito	Transcrição de falas	Análise
Professora	Vocês já viram essas reações em outros alimentos?	Estabelece interações positivas.
A6	Laranja, banana e limão. (08 out. 2021)	Construção de relação entre variáveis.
A4	Banana. (08 out. 2021)	Construção de relação entre variáveis.
A1	Acho que já vi isso acontecendo em uma pera. (08 out. 2021)	Construção de relação entre variáveis.
A6	Ameixa. (08 out. 2021)	Construção de relação entre variáveis.
A1	Nossa parece que o oxigênio é uma ameaça para as frutas. (08 out. 2021)	Estabelece justificativa e refutação.
A6	Verdade. (08 out. 2021)	
A4	Sim, estava pensando nisso também. (08 out. 2021)	
Professora	O oxigênio é uma ameaça para os frutos pela presença de que em suas composições? (08 out. 2021)	Promove oportunidade para que os estudantes reflitam sobre a situação.
A7	Carbono? (08 out. 2021)	
A6	Professora, o nome da enzima que fica na maçã é Polifenol Oxidase. (08 out. 2021)	Descrição, nomeação da caracterização do fenômeno.
Professora	Concordam? (08 out. 2021)	Promove oportunidade para que os estudantes reflitam sobre a situação.
Alunos	Sim. (08 out. 2021)	
A6	Ele recebe esse nome pelo escurecimento enzimático. (08 out. 2021)	Descrição, nomeação da caracterização do fenômeno.

Fonte: Autoria Própria

Nos resultados observados da discussão e argumentação dos alunos, através da interpretação das falas transcritas, foi possível observar que os alunos A6 e A4 constroem relação das variáveis observadas a outros elementos do dia a dia, destacando que a oxidação enzimática ocorre em outras frutas como laranja, banana e limão.

O aluno A1 estabelece justificativa ao fenômeno, reconhecendo o oxigênio com ameaça a conservação das frutas, já o aluno A6 destaca a enzima responsável pela reação como Polifenol Oxidase, e ainda descreve que sua nomeação é referente a sua característica de oxidação. Associando assim a observação do fenômeno ao conhecimento empírico.

A metodologia investigativa abrangeu objetivos estabelecidos pelo documento “Investigação e os Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências: Um Guia para Ensino e Aprendizagem” onde o alunos foram engajados com perguntas de orientação científica; onde deram prioridade às evidências através de buscas empíricas e observação da experimentação) ao responder questões; formularam explicações a partir de evidências; avaliaram suas explicações, argumentaram e comunicaram com colegas no grupo e justificaram suas explicações propostas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa se propôs, como objetivo geral, analisar como que o ensino por investigação promove nos estudantes a elaboração de hipóteses científicas para métodos de conservação de alimentos, onde visou gerar nos alunos um olhar investigativo para a situação problema trabalhada.

Durante a aplicação da metodologia investigativa foram avaliadas se os alunos alcançaram base de conhecimento epistemológico, verificando o alcance da aprendizagem dos alunos através de sua participação no levantamento de hipóteses, suas práticas, observações, análises e argumentação.

Na argumentação foi esperado que os alunos tivessem realizado a investigação a partir dos testes de hipóteses levantados, entretanto muitos não conseguiram executar a experimentação por falta de materiais ou outro fator limitante. Já os alunos que conseguiram participar da atividade como um todo, em sua boa parte, conseguiram identificar os fenômenos observados e associá-los a outras variáveis do dia a dia quanto ao reconhecimento da reação química relacionada.

Ao ser proposto a atividade investigativa aos alunos, os mesmos ficaram curiosos, ao abordar uma pesquisa em forma de desafio gerou neles um desejo por solucionar o problema e ser o vencedor.

Entretanto, durante o processo parte dos alunos foram desanimados da atividade, acredito que esse resultado é devido ao tempo de ausência fora da sala de

aula, desta forma os professores são unânimes em relatar que os alunos em sua maioria, não estão tendo tanto ânimo para executar qualquer atividade, informação está também foi relatada pelos alunos no último formulário da oficina.

Parte dos alunos relataram também grande dificuldade na aprendizagem no ensino a distância, tendo melhores resultados em aulas presenciais com explicação e maior orientação do professor.

A pergunta que se fica é que de fato, será que os alunos alcançam mesmo melhor aprendizagem no ensino tradicional presencial do que é um ensino on-line como metodologia investigativa? Não há muito estudo quanto a isso, talvez uma comparação dos dois tipos de aprendizagem quanto aos mesmos conteúdos fosse interessante.

Conforme os estudos e análise acredito que a prática investigativa possa ter maior resultado na alfabetização científica quando amparada no ensino presencial, pois ainda é uma metodologia nova e precisa que os alunos se habituem com ela.

Através desta metodologia será possível gerar nos alunos, maior crescimento pessoal, pois através da investigação científica os alunos tendem a alcançar a alfabetização científica. Estes que a alcançarem terão então maiores oportunidades para trabalhar problemas na sociedade, ambiente, entendimento dos fenômenos do mundo a sua volta.

6. REFERÊNCIAS

BENTO, Marco et al. **Trazer vida à sala de aula: utilização inovadora de dispositivos móveis no processo educativo.** 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília, 2018.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de et al. **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula.** São Paulo: cengage learning, v. 164, 2013.

DE SOUZA, Fabio Luiz et al. **Atividades experimentais investigativas no ensino de química.** São Paulo: EDUSP, 2013.

GOMES, Maria João; OSÓRIO, António José; VALENTE, António Luís. **Challenges 2017: Aprender nas nuvens, learning in the clouds.** Braga, Portugal: Universidade do Minho. Centro de Competência TIC do Instituto de Educação, 2017.

MINAYO, Maria Cecília de Souza (org.). **Pesquisa Social**. Teoria, método e criatividade. 34 ed. Petrópolis: Vozes, 2015.

MORAN, J. M. **A educação que desejamos**: novos desafios e como chegar lá. 5ª ed. Campinas: Papyrus, 2012.

MUNFORD, Danusa; LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro. **Ensinar ciências por investigação**: em quê estamos de acordo?. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte), v. 9, p. 89-111, 2007.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL et al. **Inquiry and the national science education standards**: a guide for teaching and learning. National Academies Press, 2000.

SASSERON, L. H.; Carvalho, A. M. P. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.16, n. 1, p. 59-77, 2011.

APÊNDICE

Apêndice A – Proposta Experimental

1° QUESTÃO PROBLEMA

Suponha que você faça parte da cidade de Pomar. Nessa cidade todas as ruas possuem pomares que em época de frutos, ficam recheadas de lindas maçãs, entretanto há um problema, há um pequeno período do ano com safra de maçãs, nos outros períodos os pomares ficam vazios e a cidade fica sem suas famosas maçãs. Observando essa situação, o prefeito dessa cidade decidiu criar uma premiação ao morador que descobrir qual o melhor método de conservar as maçãs após cortadas pelo maior tempo possível. As condições são: Após cortadas, que as maçãs não oxidem e permaneçam com sua aparência após seu corte em duas partes (sem cozimento, armazenar in natura).

2° ELABORAÇÃO DE HIPÓTESES

- Por que as maçãs escurecem?
- Como conservar as maçãs por mais tempo que os demais?
- Caro cientista, pesquise técnicas ainda não usadas de preferência para testarmos juntos.
- Pesquise conceitos de “OXIDAÇÃO ENZIMÁTICA” e “CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS” em sua busca para essa solução.
- Definido qual substância será utilizada para conservar a maçã, vamos a preparação do experimento.

3° INSTRUÇÕES DE SEGURANÇA

1. O experimento deve ser realizado sob o acompanhamento do responsável.
2. Ouvir as instruções do professor com atenção.
3. Cuidado ao manipular os materiais do experimento.
4. Evite contato com produtos com superfícies do corpo, sujeita a reações.
5. Lave as mãos antes e depois de realizar a experimentação.

3° MATERIAIS

- Maçã
- limão
- Água
- vinagre branco
- garfo ou outro objeto para manipulação
- Guardanapos
- tigelas ou pratos
- Copos
- Fita

- Relógio ou cronômetro
- líquido ou suco de objeto de hipótese

3° TAREFAS

1. Separe 4 copos, coloque água, suco de limão e vinagre e hipótese, nas tigelas, e as nomeie respectivamente com fita e caneta.
2. Separe 5 tigelas ou pratos, e os nomeie com auxílio de fita e caneta, como: 1 - Água, 2- limão, 3- vinagre, 4- hipótese e 5- controle.
3. Reserve a tigela descrita como “controle” para a observação da reação da maçã em seu processo natural, sem submersão em nada.
4. Na tigela descrita como “hipotese” , será adicionado o líquido de sua hipótese para este desafio.
5. Após feita nomeações e organização do material, corte 5 fatias de maçãs.
6. Usando o garfo, adicione as 4 fatias de maçã nos 4 copos contendo as substâncias por 50 segundos, faça esse processo individual para cada substância, por etapas.
7. Cronômetro cada submersão das 4 fatias de maçãs por 50 segundos.
8. Após 50 segundos retirar os quatro pedaços dos copos e colocar sobre as tigelas que já foram nomeadas anteriormente.
9. Registre suas observações na ficha de apoio que segue abaixo, realize a coleta de dados visuais e registros a cada 10 minutos por três intervalos.

FOLHA DE OBSERVAÇÃO

Processo	O que você observa?
Maçã submergida em água por 50 segundos	
Maçã submergida em suco de limão por 50 segundos	
Maçã submergida em vinagre por 50 segundos	
Maçã sem submersão	

Maça submergida em "hipótese" por 40 segundos	
--	--