

FRAUDES EM MÉIS DE ABELHAS NATIVAS SEM FERRÃO

**UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA SOBRE CARBOIDRATOS NA
QUÍMICA ESCOLAR, COM FOCO EM QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS**



Marlene Barbosa Vieira

Cristiano Marcelino Jr.

Ficha catalográfica

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO – UFRPE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL – PROFQUI

FICHA TÉCNICA:

O e-book “Fraude de méis de abelhas nativas sem ferrão: uma abordagem investigativa sobre carboidratos na química escolar, com foco em questões sociocientíficas” é uma publicação produzida como produto educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Química em rede nacional – PROFQUI, da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, vinculado à dissertação “Uma abordagem investigativa sobre carboidratos na química escolar, com foco em questões sociocientíficas envolvendo fraudes em méis de abelhas nativas sem ferrão”, redigida por Marlene Barbosa Vieira, sob orientação do Prof. Dr. Cristiano de Almeida Cardoso Marcelino Júnior.

Editores: Marlene Barbosa Vieira e Cristiano de Almeida Cardoso Marcelino Júnior.

Capa, diagramação e fotografias: Marlene Barbosa Vieira.

Fontes das imagens da capa:

Área de concentração: Ensino de Química.

Linha de pesquisa: Novas tecnologias e comunicação.

VIEIRA, M.B.; MARCELINO-JR, C. de A. C. Fraude de méis de abelhas nativas sem ferrão: uma abordagem investigativa sobre carboidratos na química escolar, com foco em questões sociocientíficas.

Este produto educacional, no formato e-book, é destinado a todos da comunidade escolar da Educação Básica. Trata-se de um material didático e instrucional, tendo como finalidade a apresentação de propostas para o ensino escolar de Química. É vedada sua reprodução e/ou distribuição para fins comerciais, sendo sua reprodução permitida, apenas, para fins acadêmicos e científicos, desde que haja a identificação dos autores, título, instituição e ano.

Apresentação

O presente produto educacional foi desenvolvido no contexto do Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI). Em atendimento à finalidade central do PROFQUI, este material didático está fundamentado em pesquisa educacional e visa ser aplicável à prática docente, voltada à melhoria do ensino de Química na Educação Básica. Nesse sentido, o produto aqui apresentado não se configura como um material complementar ou ilustrativo, mas como uma proposição pedagógica estruturada, ancorada em uma sequência didática investigativa, testada em sala de aula e avaliada por meio de instrumentos de sondagem e registros sistemáticos do processo de ensino-aprendizagem.

A escolha da adulteração do mel de abelhas nativas, também conhecidas como abelhas sem ferrão (ASF), como temática central deste produto educacional fundamenta-se em sua elevada relevância científica, social, econômica e ambiental. O mel é um alimento amplamente consumido, associado culturalmente à ideia de produto natural e saudável, mas que frequentemente apresenta irregularidades relacionadas à adição de açúcares industriais, como glicose, sacarose e xaropes de milho. Os méis de abelhas nativas recebem um interesse adicional por causa das suas propriedades medicinais e vêm ganhando mais espaço mercadológico.

Do ponto de vista educacional, a fraude de méis de ASF permite abordar conceitos químicos fundamentais, especialmente os carboidratos, de maneira contextualizada e significativa. Ao investigar a composição do mel e os métodos de detecção de fraudes, os estudantes são levados a compreender que os carboidratos não se manifestam apenas como abstrações químicas, mas como substâncias presentes em alimentos cotidianos, com implicações diretas para a saúde e o consumo consciente. A temática também possibilita a integração de outras discussões, associadas aos conteúdos químicos, atendendo às orientações contemporâneas para o ensino de Ciências baseado em questões sociocientíficas. Nesse sentido, o material traz subsídios de suporte para inserção de diferentes temas nas abordagens, tais como: ética na produção de alimentos, impactos econômicos da fraude alimentar, legislação sanitária e sustentabilidade ambiental.

Este produto educacional tem como objetivo geral promover a aprendizagem significativa dos conceitos relacionados aos carboidratos, por meio de uma sequência didática investigativa contextualizada na problemática da adulteração do mel, articulando experimentação, análise crítica e discussões sociocientíficas, de modo a favorecer a compreensão conceitual, o desenvolvimento do pensamento crítico e a formação cidadã dos estudantes do Ensino Médio.

A experimentação ocupa papel central neste produto educacional. No entanto, não como mera demonstração de fenômenos, mas como estratégia pedagógica investigativa, capaz de

promover a construção ativa do conhecimento pelos estudantes. As atividades experimentais propostas foram planejadas para: mobilizar os conhecimentos prévios dos alunos; estimular a formulação de hipóteses sobre a autenticidade do mel; favorecer a observação sistemática e a interpretação de resultados; promover a articulação entre dados empíricos e conceitos teóricos sobre carboidratos.

Essa abordagem rompe com a lógica da experimentação meramente confirmatória, aproximando-se de um modelo investigativo, no qual o estudante assume o papel de sujeito do processo de aprendizagem. Tal perspectiva está alinhada às diretrizes para o ensino de Química, que valorizam práticas pedagógicas reflexivas, contextualizadas e fundamentadas na pesquisa.

O produto educacional também se fundamenta nos princípios da Aprendizagem Significativa, considerando que os estudantes chegam à sala de aula portadores de concepções prévias sobre alimentos, açúcares e qualidade do mel. Essas concepções, embora muitas vezes cientificamente inadequadas, como a ideia de que a cristalização indica fraude ou de que o mel puro nunca cristaliza, desempenham papel central no processo de aprendizagem, pois funcionam como subsunçores, a partir dos quais novos significados podem ser construídos. Ao explorar essas ideias iniciais por meio de sondagens diagnósticas e atividades investigativas, pode-se promover a reorganização cognitiva dos estudantes, favorecendo a ancoragem de novos conceitos científicos de forma não arbitrária e não mecânica.

Do ponto de vista do professor, este material articula pesquisa, prática docente e produção de um recurso educacional aplicável à realidade escolar., o produto educacional oferece: uma sequência didática estruturada e validada, pronta para aplicação em sala de aula; propostas de atividades experimentais de baixo custo, viáveis no contexto escolar; instrumentos de avaliação diagnóstica e formativa; e subsídios teóricos para a abordagem de temas sociocientíficos no ensino de Química. Dessa forma, o material amplia o repertório metodológico docente e fortalece a integração entre teoria e prática

Espera-se que este produto educacional, entre outros aspectos, contribua para: a melhoria da compreensão dos estudantes sobre carboidratos; o fortalecimento do ensino de Química contextualizado; o desenvolvimento do pensamento crítico frente a problemas reais; a ampliação do repertório metodológico do professor de Química.

Os autores.

Introdução

As discussões escolares mais aprofundadas sobre biomoléculas ocorrerem no Ensino Médio. No entanto, na química, quando abordado, esses conteúdos têm sido tratados superficialmente, em geral e de forma breve e mecânica, incidindo nas dificuldades apresentadas pelos estudantes em suas aprendizagens, conforme tem sido relatado em relação aos carboidratos.

Carboidratos são biomoléculas de importância fundamental para os seres vivos. Eles desempenham diversas funções nos organismos, entre as quais, sendo importante fonte de energia. Nas aulas e nos livros de química do ensino médio, em geral, os carboidratos não se configuram com um tema comumente explorado. Por outro lado, a interdisciplinaridade intrínseca ao conteúdo biomoléculas faz com que os conteúdos bioquímicos do ensino médio, como é o caso dos carboidratos, possam compreender um nicho temático muito rico e promissor para abordagens interdisciplinares e socialmente contextualizadas.

Uma abordagem do conteúdo carboidratos vinculando a problematização em torno de aspectos éticos pode articular a interdisciplinaridade e o cotidiano dos estudantes, viabilizando uma relação entre a teoria e a prática, e uma visão crítica proporcionada pela utilização do conhecimento científico. Nesse contexto, o mel de abelhas pode se constituir como um alimento que, pedagogicamente, se efetive como uma diferente, curiosa e atrativa fonte de carboidratos. Esse interesse pode ser acrescido pelo fato de e/ou a polinização por abelhas sem ferrão ser considerada uma importante questão socioambiental.

As abelhas sem ferrão são um grande grupo de abelhas sociais distribuídas em regiões tropicais e subtropicais do Planeta. As abelhas nativas brasileiras, também conhecidas como abelhas indígenas ou “melíponas”, oferecem benefícios ecológicos, pois são responsáveis por uma proporção considerável de polinização de diferentes espécies de plantas, cerca de 90% das árvores nativas. Elas produzem uma variedade de méis e secretam pólen em reservatórios cerosos especiais, os potes, que servem como despensa de alimento para a colmeia. Essas abelhas são muito dependentes da preservação da mata em que estão, caso uma colônia seja retirada da árvore em que está instalada, ela pode até morrer.

Há diferentes aspectos éticos que podem ser explorados nas abordagens sobre as abelhas nativas, como a adulteração dos seus méis. A fraude por adulteração dos méis das abelhas nativas sem ferrão é um problema relacionado a relevantes dimensões sociais, ambientais, éticas e políticas. Trata-se de um tema sensível ao mercado apícola das abelhas sem ferrão, um mercado em franca expansão.

O mel é um alimento bastante apreciado por seu sabor característico, pelo seu alto valor nutritivo e por suas propriedades biológicas. Como a sua produção ainda está associada ao agronegócio de base familiar/cooperativa e a oferta do produto é menor que a procura, o seu preço é relativamente alto. Isso incentiva a sua adulteração, especialmente no mel de abelhas nativas, abelhas sem ferrão, que é um produto apícola demanda ainda maior que a oferta e com um maior valor agregado.

O mel apícola, de modo geral, é um produto muito apreciado e a utilização de mel de abelhas sem ferrão por seres humanos é um empreendimento antigo. O interesse pelo uso de mel de abelhas sem ferrão pelas indústrias alimentícia, farmacêutica e cosmética vem crescendo nas últimas duas décadas, evidenciando a potencialidade de uma cadeia agro comercial. No entanto, assim como ocorre com o mel de *Apis mellifera*, por causa de sua menor produção, diversidade e de seu alto valor agregado, o mel de meliponíneos pode ser alvo de adulterações, sendo comum encontrar imitações em estabelecimentos comerciais. Há muita fraude na comercialização de méis no Brasil, incluindo os produtos negociados em feira-livres e comércios de bairro.

O tema fraudes de méis pode ser reconhecido como uma questão sociocientífica por envolver relações entre CTSA e aspectos morais e éticos de um assunto científico, ou seja, alterações na composição química dessa mistura natural. As questões sociocientíficas propiciam a possibilidade de utilização de uma estratégia pedagógica para compreender como aspectos sociais, culturais, políticos, econômicos e éticos influenciam na resolução de um problema social complexo. Nesse produto didático, buscou-se operacionalizar esse tratamento dentro de um tipo de estratégia que se volte à exploração no sentido almejado para uma formação mais ampla dos estudantes, por integrar conhecimentos, habilidades e valores na discussão de problemas socioambientais que afetam humanos e a natureza. A partir da discussão em um contexto do cotidiano, além de se estimular o interesse do estudante pelo conteúdo químico propriamente dito (normalmente associado aos conteúdos químico-escolares referentes aos carboidratos), é possível mobilizar também conteúdos de outros campos, como bioquímica, ecologia, saúde, ética e política. Sendo assim, além dos aspectos científicos-conceituais, ela pode contribuir para o desenvolvimento de procedimentos e de atitudes para educar melhor a população quanto aos aspectos éticos que permeiam as detecções de fraudes e problemas ambientais relacionados às abelhas nativas sem ferrão.

A Sequência Didática

A sequência didática foi concebida a partir dos pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por David Ausubel, segundo a qual a aprendizagem ocorre de forma mais efetiva quando novos conhecimentos são ancorados em conceitos já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, denominados subsunçores. Nesse sentido, a proposta didática parte da identificação das concepções prévias dos estudantes sobre o mel, sua qualidade e possíveis adulterações, entendendo tais concepções não como erros a serem eliminados, mas como pontos de partida essenciais para a construção de novos significados científicos. Além disso, a SD foi estruturada sob a perspectiva sociocientífica, integrando conteúdos conceituais da Química Orgânica ao debate de questões éticas, sociais e ambientais, alinhando-se às orientações para o Ensino de Química, visando o desenvolvimento de práticas pedagógicas contextualizadas e socialmente relevantes.

A SD está estruturada para ser aplicada em uma turma do Ensino Médio, que detenha conhecimentos estruturadores em Química Orgânica, de modo a lhes possibilitar recursos para o ensino-aprendizagem do conteúdo carboidratos. Ela está voltada a turmas compostas por estudantes com diferentes níveis de interesse e familiaridade prévia com os conteúdos de Química. A heterogeneidade do grupo foi considerada no planejamento das atividades, buscando estratégias que favorecessem a participação ativa, o trabalho colaborativo e a construção coletiva do conhecimento.

O tema da adulteração do mel mostrou-se particularmente adequado ao contexto escolar, por se tratar de um alimento presente no cotidiano dos estudantes e por permitir múltiplas abordagens conceituais, experimentais e sociais.

Estrutura da SD

Etapa diagnóstica - Sondagem inicial e levantamento das concepções prévias

A etapa inicial da sequência consiste na aplicação de um questionário de sondagem diagnóstica, cujo objetivo ser identificar as concepções dos estudantes acerca da(os): i) qualidade do mel; ii) critérios utilizados para identificar um mel puro; iii) possibilidade de adulteração; da relação entre o mel e os carboidratos.

▪ Questionário de sondagem ▪

Olá! Este questionário é o ponto de partida para nossa investigação sobre um alimento muito especial: o mel. O que você sabe sobre o mel que consumimos? Queremos saber a sua opinião. Lembre-se, não há respostas certas ou erradas!

1. Em sua opinião, o que faz um mel ser considerado "puro" ou de boa qualidade? (Marque a opção que você considera mais importante)
 - a) A cor (ser mais claro ou mais escuro)
 - b) A consistência (ser mais ou menos viscoso; mais "grosso" ou mais "ralo")
 - c) O fato de cristalizar (ficar duro ou açucarado) com o tempo
 - d) A informação no rótulo, dizendo que é "puro mel"

2. Você já ouviu falar em "mel batizado" ou mel falsificado? Se sim, o que você acha que as pessoas usam para adulterar o mel? (Marque todas as opções que você já ouviu falar)
 - a) Adicionam água para render mais
 - b) Misturam com açúcar derretido ou xarope de glicose
 - c) Adicionam corantes para mudar a cor
 - d) Não sei, nunca ouvi falar sobre isso
 - e) Outra coisa: _____

3. Um amigo diz: "Esse mel é falso porque ele ficou duro e açucarou!". Com base no que você sabe, essa afirmação está...
 - a) Correta. Mel puro nunca açucara.
 - b) Incorreta. O fato de açucarar (cristalizar) é um processo natural do mel puro
 - c) Depende. Alguns méis puros podem açucarar e outros não.
 - d) Não tenho certeza.

4. Por que você acha que alguém adulteraria o mel de abelhas nativas (sem ferrão), que é um produto especial?
 - a) Para vender mais barato e para mais pessoas
 - b) (Para aumentar a quantidade e ter mais lucro, já que produzem pouco
 - c) Porque o mel falso é mais gostoso que o verdadeiro
 - d) Por falta de fiscalização

5. Se você descobrisse que um mel está sendo vendido como "puro", mas na verdade é adulterado, qual seria sua maior preocupação?
 - a) O prejuízo financeiro, por ter pago caro por um produto inferior.
 - b) Os riscos para a saúde, por consumir ingredientes não declarados.
 - c) O desrespeito com o consumidor.
 - d) O prejuízo para o pequeno produtor (o meliponicultor) que produz mel de verdade.

Essa etapa ser fundamental para orientar o planejamento das atividades subsequentes, garantir a coerência entre o ponto de partida cognitivo dos estudantes e os objetivos de aprendizagem propostos. A análise das respostas evidencia concepções amplamente difundidas no senso comum, como a crença de que a cristalização do mel ser indicativo de fraude e a associação da qualidade do produto apenas à sua aparência visual. Tais concepções podem ser compreendidas como subsunçores relevantes, uma vez que revelam a forma como os estudantes organizar cognitivamente seus conhecimentos prévios.

A partir dos resultados da sondagem inicial, introduz-se um estudo de caso envolvendo a suspeita de adulteração do mel, inspirado em situações reais de fraude alimentar. O estudo de caso assumirá a função de elemento problematizador, com o intuito de provocar conflito cognitivo, estimular a curiosidade científica e contextualizar o conteúdo de carboidratos em uma situação concreta do cotidiano.

Momento 1: Apresentação do tema e problematização inicial (Introdução do estudo de caso) (30 minutos)

Objetivo pedagógico: Utilizar a controvérsia do caso para criar um "gatilho" de curiosidade e introduzir a complexidade do tema, que envolve questões de saúde, economia e ética, alinhando-se à proposta de ensino por investigação.

Caso 1: O lote suspeito de mel de uruçú

Um lote de 200kg de mel de abelha uruçú-nordestina (*Melipona scutellaris*), envasado em frascos de 250mL e estocado em uma cooperativa de meliponicultores, foi impedido de ser comercializado. Havia suspeita de adição de açúcar líquido invertido. Para minimizar os custos de armazenamento e gerar rotatividade da produção, foi sugerido que o produto fosse vendido para a indústria de ração animal.

Que decisão você tomaria? Justifique sua resposta, explicando por que seria a melhor forma de agir nessa situação. Quais as principais consequências de sua decisão?

Nesse momento, deve-se incentivar os estudantes a discutir possíveis causas da adulteração, consequências para o consumidor e estratégias para identificar fraudes, de modo a favorecer a adoção de uma postura investigativa desde o início da sequência didática.

Atividades

1ª Atividade - O professor inicia a aula apresentando o Caso 1 (o lote suspeito de mel de uruçú-nordestina). A leitura é feita em voz alta, de forma a criar um cenário de mistério;

2ª Atividade - Discussão Disparadora: Após a leitura, o professor lança a pergunta central do caso para toda a turma: "Que decisão vocês tomariam com esse lote de mel? Venderiam para a indústria de ração animal, descartariam, fariam o quê? Por quê?".

3ª Atividade - Questões de saúde pública:

- "Um mel 'batizado' com xarope de milho ou açúcar invertido é realmente perigoso para a saúde, ou é só 'menos nutritivo'? Onde traçamos a linha entre fraude econômica e um problema de saúde pública?" (Inspirado no Caso 1);
- "Se um mel adulterado for vendido para a indústria de ração animal, existe o risco de que os componentes dessa fraude (como aditivos não declarados) entrem na cadeia alimentar humana através do consumo de carne?"
- "Considerando que os méis de abelhas nativas são muitas vezes usados para fins medicinais, a diluição de suas propriedades pode ser considerada um risco à saúde de quem o consome esperando um efeito terapêutico?"

Etapa 2 - Desenvolvimento conceitual: carboidratos e composição do mel

Na etapa seguinte, passam-se aulas expositivas dialogadas, com foco na construção dos conceitos fundamentais relacionados aos carboidratos, tais como: classificação dos carboidratos (monossacarídeos, dissacarídeos e polissacarídeos); estruturas químicas básicas; funções biológicas e presença em alimentos; e composição química do mel. Ao longo desse processo, é importante manter o estudo de caso como fio condutor, de modo a relacionar constantemente os conceitos abstratos às situações discutidas, permitindo ancorar os novos conhecimentos às concepções previamente identificadas e favorecer a aprendizagem significativa.

Etapa 3 - Atividades experimentais com abordagens investigativas

A etapa experimental configurar-se como um dos momentos centrais da sequência didática, ao privilegiar a investigação em detrimento da simples reprodução de procedimentos. As atividades práticas ser planejadas de modo a permitir aos estudantes:

- formular hipóteses sobre a autenticidade das amostras de mel;
- realizar testes experimentais acessíveis ao contexto escolar;
- registrar observações e resultados;
- interpretar os dados obtidos à luz dos conceitos químicos estudados.

ATIVIDADE EXPERIMENTAL PARA DETECÇÃO DE FRAUDES EM MÉIS

Reação de Lugol

Princípio do Teste: A reação de Lugol é usada para identificar a presença de polissacarídeos (como amido e dextrinas) que são polímeros mais complexos de açúcares e não são encontrados em um mel genuíno em grande quantidade.

- Materiais necessários

- Amostras de mel e xaropes (Amostras A, B e C)
- Solução de Lugol (Iodo)
- Um recipiente (béquer ou tubos de ensaio)
- Água
- Colher

- Procedimento experimental

- 1) Preparação da amostra: Em um béquer, adicione uma colher de chá (ou 10g) da amostra de mel ou xarope.
- 2) Adição de água: Adicione cerca de 40 mL de água filtrada à amostra. A proporção de água e mel/xarope deve ser suficiente para dissolver a amostra.
- 3) Mistura: Agite a mistura até que o mel/xarope esteja bem dissolvido.
- 4) Adição do Lugol: Adicione algumas gotas da solução de lugol à mistura.
- 5) Observação: Observe cuidadosamente a cor que se forma.

Reação de Lund

A Reação de Lund baseia-se na presença de proteínas (albuminóides) no mel, que são precipitadas pelo ácido tânico. A ausência ou a quantidade insuficiente desse precipitado indica fraude, como diluição do mel com água ou adição de xaropes, que não contêm essas proteínas.

- Materiais necessários

- Amostras de mel e xaropes (Amostras A e C)
- Provetas graduadas de 50 mL
- Solução de ácido tânico a 5%
- Água
- Colher

- Procedimento experimental

- 1) Preparação da amostra: Em um béquer, adicione uma colher de chá (ou 10g) da amostra de mel ou xarope.
- 2) Adição de água: Adicione cerca de 20 mL de água destilada à amostra e dissolva bem.
- 3) Transfira a amostra para a proveta de 50 mL.
- 4) Adicione: 20 mL de água destilada à proveta para diluir mais ainda a amostra.
- 5) Adição do ácido tânico: adicione 5 mL da solução de ácido tânico 5%.

- 6) Agite suavemente a proveta para homogeneizar a mistura.
- 7) Observação: deixe a solução em repouso por 24 horas para que o precipitado se forme.

Diário do Caso: Investigação da qualidade do mel

Objetivo principal: Realizar análises para obtenção de evidências sobre a composição e possível adulteração do mel.

Etapa 1: Análise sensorial (15 minutos)

- Atividade: Os alunos farão uma breve degustação de diferentes tipos de méis e xaropes.
- Discussão: Explorar as características de cada amostra, como cor, viscosidade e sabor. O foco será na comparação, o que ajudará a entender a diferença entre um mel puro e um adulterado.

Ficha de Comparação: Análise Sensorial do Mel

Grupo: _____

Data: / / ____

Preencham o quadro abaixo com suas observações sobre cada amostra. Use a escala de 1 a 5 para a viscosidade (1 = muito ralo, 5 = muito espesso).

Característica	Amostra A (Mel de <i>Apis sp</i>)	Amostra B (Mel de jataí)	Amostra C (Xarope)
Cor			
Aroma			
Sabor			
Viscosidade (1-5)			

Observações Adicionais

- **Amostra A**
 - Hipótese: _____
 - Observações: _____

- **Amostra B (Jataí)**

- Hipótese: _____
- Observações: _____

- **Amostra C (Xarope)**

- Hipótese: _____
- Observações: _____

Conclusões preliminares - Com base nas observações sensoriais, qual amostra você considera mais provável de ser:

- Mel genuíno: _____
- Mel adulterado: _____
- Xarope: _____

Discussão do Grupo: Anote aqui as principais diferenças que o grupo percebeu entre as amostras e o que elas podem significar para a qualidade do produto.

Etapa 2: Testes químicos simplificados (60 minutos)

- Atividade: Em bancada, os grupos realizarão dois experimentos de detecção de fraude, focando em resultados visuais e de fácil interpretação.
- **EXPERIMENTO 1** - Reação de Lugol: Os alunos testarão as amostras para identificar a presença de amido, um adulterante comum. A mudança de cor para azul ou preto indicará um resultado positivo para fraude.

Este experimento simples permite identificar a presença de amido, um adulterante comum, em amostras de mel. O processo é rápido, visual e pode ser feito com materiais de fácil acesso.

Materiais necessários

- Amostras de mel (genuíno e, se possível, adulterado para comparação)
- Solução de Lugol (iodeto de potássio + iodo)
- Água destilada ou filtrada
- Bastão de vidro ou colher para misturar
- Copo de vidro transparente ou tubo de ensaio
- Conta-gotas

Procedimento experimental

1. Preparação da Amostra: Em um copo de vidro ou tubo de ensaio, adicione uma pequena quantidade da amostra de mel.
2. Diluição: Adicione algumas gotas de água destilada ou filtrada e misture bem com o bastão de vidro até que o mel se dissolva. A solução ficará com a cor natural do mel.
3. Adição do Lugol: Com o conta-gotas, adicione 2 a 3 gotas da solução de Lugol à amostra de mel diluída.
4. Observação: Misture delicadamente e observe a cor da solução.

Resultados esperados

- Mel genuíno: A solução de mel terá uma cor amarela ou amarelada, que é a cor original da solução de Lugol.
- Mel adulterado com Amido: A solução mudará de cor para um tom azul-escuro ou preto, indicando a presença de amido. A intensidade da cor pode variar de acordo com a quantidade de amido presente.

Explicação química

A reação ocorre porque o iodo da solução de Lugol reage com as moléculas de amido, formando um complexo de inclusão. Este complexo absorve a luz de forma diferente, resultando na cor azul/preta que indica a adulteração.

- A reação: ocorre uma interação física, onde as moléculas de iodo (I_2) e íons iodeto (I^-) presentes na solução de Lugol se combinam para formar o íon tri-iodeto (I_3^-).
- O complexo final: O íon tri-iodeto (I_3^-) se insere na estrutura helicoidal das cadeias de amilose, que é um dos polissacarídeos que compõem o amido. Essa inserção faz com que a luz seja absorvida de forma diferente, resultando na cor azul-escuro ou preta que vemos no experimento.

O complexo é formado pela interação do iodo com a hélice do amido. Essa coloração é a evidência visual de que o mel contém amido, indicando que ele foi adulterado.

A equação pode ser escrita da seguinte forma:



• **EXPERIMENTO 2**

Reação de Lund: Os alunos verificarão a presença de proteínas, um indicador de mel puro. A formação de um precipitado é esperada no mel não adulterado. A reação de Lund é um teste

qualitativo utilizado para verificar a pureza do mel, detectando a presença de proteínas e outras substâncias nitrogenadas que são naturalmente encontradas no mel genuíno.

O teste de Lund se baseia no princípio de que o mel puro contém uma pequena quantidade de proteínas e aminoácidos. A adição de um reagente precipitante (como o ácido tânico) faz com que essas proteínas se aglomerem e se separem da solução, formando um precipitado visível.

Materiais necessários

- Amostras
- de mel (genuíno e, se possível, adulterado para comparação)
- Água destilada ou filtrada
- Ácido acético glacial
- Solução de ácido tânico a 5%
- ou colher para misturar
- Copo de vidro transparente ou tubo de ensaio
- Conta-gotas
- Bastão de vidro

Procedimento e princípio da reação

1. Preparação da Amostra: Adicione uma porção da amostra de mel em um copo ou tubo de ensaio e dilua com água destilada.
2. Acidificação: Acrescente 1-2 gotas de ácido acético glacial e misture bem.
3. Indução da Precipitação: Com o conta-gotas, adicione 1-2 gotas da solução de ácido tânico.
4. Observação: Observe a formação de um precipitado.

O princípio químico é a formação de um complexo de tanato-proteína, que é um composto insolúvel. O ácido tânico atua como um agente precipitante que se liga às proteínas e aminoácidos do mel puro, fazendo com que eles se aglomerem e se separem da solução.

Resultados esperados

- Mel Genuíno: A formação de um precipitado branco ou acinzentado indica a presença de proteínas, confirmando que a amostra é mel puro.
- Mel Adulterado: A amostra não formará um precipitado, pois o xarope usado na adulteração não contém proteínas em sua composição.

Etapa 3: Coleta de Dados e Conclusões (15 minutos)

- Atividade: Cada grupo preencherá um roteiro de laboratório simplificado, o "Diário do Caso".
- Registro: Neste diário, eles registrarão suas hipóteses, observações, resultados e conclusões preliminares para cada experimento.
- Visual: Serão incentivados a fazer registros fotográficos dos experimentos e dos resultados obtidos.

Diário de Caso: Investigação da qualidade do mel

Nome do Grupo: _____

Data: / / ____

Caso de Estudo: O mel de jataí foi entregue ao Sr. João, que alega que o mel é "ralo e pouco doce".

Nossas Hipóteses Iniciais:

1. A amostra de mel de jataí é naturalmente rala e pouco doce?
2. A amostra de mel de jataí foi adulterada? Se sim, com o quê?

Preencha o quadro abaixo com suas observações e resultados para cada amostra.

Quadro para a coleta de dados

Característica	Amostra A (Mel de Referência)	Amostra B (Mel de Jataí - Suspeito)	Amostra C (Xarope)
Cor			
Viscosidade (1-5)			
Aroma			
Sabor			
Teste de Lugol (cor)			
Teste de Lund (precipitado)			

Análise e Conclusões Preliminares

Discussão do Grupo:

- 1. Comparação Sensorial: Com base na degustação, como o mel de jataí (Amostra B) se compara ao mel de referência (Amostra A) e ao xarope (Amostra C)?

- 2. Análise dos Testes Químicos:

- O que a cor no teste de Lugol indica sobre cada amostra?

- O que a formação (ou não) de precipitado no teste de Lund indica?

- 3. Conclusão Final do Grupo: Com base nas evidências coletadas, qual é a nossa conclusão sobre a alegação do Sr. João? O mel de jataí foi adulterado? Justifique sua resposta.

Registro Visual: Anexe aqui as fotos dos experimentos e dos resultados obtidos.

Tempo Total do Encontro: 90 minutos.

O professor deverá distribuir aos grupos o Roteiro Experimental e o Diário do Caso antes do início da atividade, orientando que todas as hipóteses, observações e resultados sejam registrados nesses instrumentos, que constituem os principais dados da investigação escolar

Discussões Sociocientíficas e Dimensão Ética

Após a realização das atividades experimentais, deve-se promover discussões orientadas acerca dos aspectos éticos, sociais e socioambientais relacionados à adulteração do mel. Nessas discussões, abordar temas como: i) impactos da fraude alimentar para o consumidor; ii) prejuízos econômicos para produtores honestos; iii) implicações éticas da adulteração de alimentos; iv) relações entre produção apícola, meio ambiente e sustentabilidade. Essa etapa permite ampliar a compreensão dos estudantes, ao evidenciar que os conhecimentos químicos extrapolam o campo conceitual, relacionando-se diretamente a decisões sociais e ambientais.

Ficha de construção do argumento científico (Modelo de Toulmin Adaptado)

Etapa 1 – Retomada e Análise dos Resultados (20 min)

- O professor conduz uma breve revisão coletiva dos resultados obtidos nos testes químicos (Lugol e Lund).
- Discussão orientada: quais amostras mostraram sinais de pureza ou fraude? O que essas evidências significam?
- Registro em quadro dos principais achados de cada grupo.

Etapa 2 – Introdução ao Modelo de Toulmin (20 min)

- Apresentação dialogada do modelo, destacando os seis elementos básicos: Afirmação (Claim), Dados (Data), Garantia (Warrant), Fundamentação (Backing), Qualificador (Qualifier) e Refutação (Rebuttal).
- Exemplo prático de aplicação do modelo com base nos resultados do mel.
- Entrega de ficha-guia para os grupos estruturarem seus argumentos.

Etapa 3 – Construção do Argumento Final (40 min)

- Os grupos se reúnem para formular a solução ao Caso 3, articulando os conhecimentos:
 - informações teóricas pesquisadas (sobre mel e fraudes);
 - resultados empíricos dos experimentos;
 - modelo de Toulmin como estrutura argumentativa.
- O professor circula entre os grupos, orientando e estimulando a justificativa com base científica.
- Um ou dois grupos terão suas discussões gravadas para posterior análise qualitativa.

Etapa 4 – Socialização Parcial (15 min)

- Cada grupo apresenta uma versão preliminar de seu argumento, recebendo feedback coletivo sobre clareza, coerência e uso de evidências.

Etapa 5. Avaliação

Instrumentos de avaliação:

- Produção escrita: Argumento Final Estruturado (modelo de Toulmin).
- Observação direta e registro das interações dos grupos.
- Gravações em áudio de pelo menos um grupo (análise do raciocínio e das justificativas).

Critérios:

- Clareza e lógica na estrutura argumentativa.
- Correlação entre dados experimentais e conclusão.
- Participação colaborativa.

- Fundamentação científica e coerência na defesa da posição.

Etapa 6. Encaminhamento pós-aula

- Cada grupo revisará seu argumento para apresentação formal na (culminância e debate final).
- O professor selecionará trechos significativos das gravações para discussão reflexiva sobre a construção do conhecimento científico.

A Ficha de Construção do Argumento Científico constitui também um instrumento avaliativo qualitativo, permitindo ao professor analisar a coerência lógica, o uso de evidências experimentais e a articulação entre dados, teoria e decisão.

- "O meliponicultor do Caso 3, que enfrenta dificuldades pela queda na produção devido ao desmatamento, tem o 'direito' de diluir seu mel para garantir a sobrevivência de seu negócio e de sua família? Quem é a maior vítima: ele ou o consumidor?"
- "A venda de um mel mais barato, mesmo que 'batizado', não poderia ser vista como uma forma de democratizar o acesso a um produto que, puro, seria caro demais para a maioria da população?"
- "A fiscalização rigorosa e a punição de pequenos produtores por fraude não poderiam destruir uma importante fonte de renda para comunidades rurais, gerando um problema social maior do que a própria fraude?"

Caso 3: O dilema do meliponicultor

Sr. João é um meliponicultor que vive em uma pequena comunidade rural e se dedica à criação de abelhas nativas sem ferrão, como a jataí e a uruçú. Ele aprendeu o ofício com o pai e sempre produziu mel de forma artesanal, respeitando o ritmo natural das abelhas e a vegetação ao redor. Nos últimos anos, porém, a situação ficou mais difícil.

O desmatamento e a redução das áreas de mata nativa diminuíram a quantidade de flores disponíveis, fazendo com que as abelhas produzissem cada vez menos mel. Ao mesmo tempo, o mel de abelhas nativas se tornou um produto muito valorizado, conhecido por suas propriedades medicinais e por alcançar preços elevados no mercado.

Com a queda da produção, Sr. João começou a ter dificuldades para manter sua renda e sustentar sua família. Alguns compradores passaram a reclamar que o mel de jataí estava “ralo” e “pouco doce” quando comparado ao mel de abelhas com ferrão, levantando dúvidas sobre sua qualidade. Diante desse cenário, dois conhecidos lhe deram sugestões diferentes: Um deles sugeriu que Sr. João poderia diluir o mel já produzido com xarope de açúcar ou glicose, para aumentar o volume e torná-lo mais doce, sem que o consumidor percebesse facilmente. Outro sugeriu que ele poderia alimentar as abelhas com soluções de açúcar industrial, em vez de depender apenas do néctar das flores, para forçar um aumento na produção de mel.

Sr. João sabe que ambas as práticas alteram a composição natural do mel e que isso pode ser considerado uma forma de fraude. Ao mesmo tempo, ele teme não conseguir manter sua atividade e o sustento de sua família se continuar produzindo apenas o mel natural em pequena quantidade.

Questões éticas, sociais e ambientais para discussão

Com base nesse caso, discutam em grupo as seguintes questões:

- I. Qual das duas sugestões é “menos antiética”: diluir o mel já produzido ou alimentar as abelhas com xarope para aumentar artificialmente a produção? Por quê?
- II. É ético vender um produto como “mel de abelha nativa” se as abelhas foram majoritariamente alimentadas com açúcar industrial? Isso desrespeita o consumidor? E as próprias abelhas?

- III. Quem é a maior vítima nessa situação: o meliponicultor que enfrenta dificuldades econômicas ou o consumidor que compra um produto adulterado acreditando que é natural?
- IV. A venda de um mel mais barato, mesmo que “batizado”, poderia ser vista como uma forma de democratizar o acesso a um produto que, puro, é caro? Ou isso não justifica a fraude?
- V. A fiscalização rigorosa e a punição de pequenos produtores poderiam gerar um problema social maior do que a própria fraude? Como equilibrar justiça social e proteção ao consumidor?
- VI. Como o desmatamento e a perda da biodiversidade contribuem indiretamente para esse tipo de problema? Qual é a relação entre meio ambiente e fraude alimentar?

DESAFIO FINAL DO CASO 3

Com base nos resultados dos testes químicos (Lugol e Lund), nos conhecimentos sobre carboidratos e proteínas no mel e nas discussões éticas, sociais e ambientais, elabore uma resposta para a pergunta:

O que o Sr. João deveria fazer?

A resposta deve ser construída utilizando o Modelo de Argumentação de Toulmin (Apêndice E), apresentando: uma conclusão, dados e evidências, justificativas químicas, e uma reflexão ética e socioambiental.

AValiação formativa: sondagem intermediária

Ao longo do desenvolvimento da sequência, aplicar uma sondagem intermediária, com o objetivo de acompanhar o processo de aprendizagem, identificar avanços conceituais parciais e detectar dificuldades persistentes. Os resultados dessa sondagem subsidiarão ajustes pedagógicos, possibilitando retomar conceitos, reorientar discussões e reforçar a articulação entre teoria e prática, assegurando a coerência do processo formativo.

AVALIAÇÃO FINAL E CONSOLIDAÇÃO DOS APRENDIZADOS

Ao término da sequência didática, aplicar uma sondagem final, com a finalidade de avaliar a evolução conceitual dos estudantes em relação aos conteúdos trabalhados. A análise comparativa entre as sondagens inicial, intermediária e final permitir evidenciar uma reorganização progressiva dos conhecimentos, indicando avanços na compreensão da composição do mel, da natureza dos carboidratos e dos processos de adulteração, bem como ampliação da capacidade de contextualização e argumentação científica.

A sequência didática descrita configurar-se como uma proposta pedagógica coerente, investigativa e contextualizada, ao articular diagnóstico, problematização, experimentação e discussões sociocientíficas. Essa organização favorecer a aprendizagem significativa, ao permitir que os estudantes reconstruam seus conhecimentos a partir das concepções prévias, integrando conteúdos científicos a situações reais do cotidiano.

A apresentação e defesa dos argumentos construídos pelos grupos para a resolução do Caso 3 configuram-se como a culminância da sequência didática, integrando conhecimentos químicos, evidências experimentais e reflexões socio científicas.

6 AVALIAÇÃO E VALIDAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

6.1 Princípios da Avaliação do Produto Educacional

A avaliação do produto educacional foi concebida como um processo formativo, contínuo e integrado ao desenvolvimento da sequência didática investigativa, em consonância com os pressupostos do Mestrado Profissional em Química (PROFQUI), da abordagem CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) e da Teoria da Aprendizagem Significativa.

Nesse sentido, a validação do produto não se restringiu à verificação de resultados finais, mas buscou analisar o percurso de aprendizagem dos estudantes, considerando a mobilização de conceitos químicos, o uso de evidências experimentais, a capacidade de argumentação científica e a reflexão crítica sobre dimensões éticas, sociais e ambientais associadas à adulteração do mel.

A avaliação foi realizada em contexto real de sala de aula, o que permitiu verificar a viabilidade pedagógica, a adequação didática, o potencial de engajamento discente e a contribuição efetiva do produto para a aprendizagem significativa dos conteúdos de carboidratos e qualidade dos alimentos. Dessa forma, o foco da validação recaiu sobre o funcionamento do produto educacional enquanto um conjunto articulado de casos sociocientíficos, atividades experimentais, instrumentos de registro e tarefas de argumentação, e não apenas sobre o desempenho pontual dos estudantes.

6.2 Instrumentos Utilizados para Avaliação e Validação

A avaliação do produto educacional baseou-se na utilização de múltiplos instrumentos de coleta de dados, permitindo a triangulação de informações quantitativas e qualitativas e a obtenção de evidências consistentes sobre sua efetividade pedagógica.

Os instrumentos empregados foram:

a) Questionário de sondagem inicial (Apêndice B)

Aplicado no primeiro encontro, teve função diagnóstica, visando identificar as concepções prévias dos estudantes sobre o mel, sua cristalização, a composição dos carboidratos e a ocorrência de fraudes alimentares. Esses dados orientaram o planejamento das atividades subsequentes.

b) Questionário de sondagem intermediária (Apêndice F)

Aplicado durante o desenvolvimento da sequência didática, permitiu avaliar o engajamento dos

estudantes, sua percepção sobre as atividades práticas e a articulação entre os conteúdos químicos e as situações sociocientíficas investigadas.

c) Questionário de sondagem final (Apêndice G)

Aplicado ao término da sequência, possibilitou a comparação com os dados iniciais, fornecendo evidências de mudanças conceituais, atitudinais e na compreensão da relevância do tema.

d) Diário do Caso (Apêndice D)

Instrumento de registro utilizado pelos grupos para documentar hipóteses, observações, resultados experimentais e interpretações ao longo da investigação, constituindo uma importante fonte de dados qualitativos sobre o processo de aprendizagem.

e) Produção do Argumento Científico (Apêndice E)

Os argumentos construídos com base no Modelo de Toulmin permitiram avaliar a capacidade dos estudantes de articular dados empíricos, conhecimentos químicos e reflexões éticas na resolução do Caso 3.

f) Observação da professora-pesquisadora

Registros em caderno de campo e gravações de áudio das discussões em grupo complementaram os demais instrumentos, possibilitando a análise do raciocínio, das interações e da evolução dos argumentos dos estudantes.

O uso articulado desses instrumentos permitiu avaliar o produto educacional em suas dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais, em consonância com os objetivos da proposta.