

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO PRÓ-REITORIA DE
PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE
NACIONAL

MARLENE BARBOSA VIEIRA

**UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA SOBRE CARBOIDRATOS NA QUÍMICA
ESCOLAR, COM FOCO EM QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS ENVOLVENDO
FRAUDES EM MÉIS DE ABELHAS NATIVAS SEM FERRÃO**

RECIFE, PE

2026

**UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA SOBRE CARBOIDRATOS NA QUÍMICA
ESCOLAR, COM FOCO EM QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS ENVOLVENDO
FRAUDES EM MÉIS DE ABELHAS NATIVAS SEM FERRÃO**

Dissertação apresentada à coordenação
do Mestrado em Ensino Profissional de
Química em Rede Nacional (PROFQUI),
como requisito final para a obtenção do
título de mestre em Química.

RECIFE, PE

2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Bibliotecário(a): Suely Manzi – CRB-4 809

V657a Vieira, Marlene Barbosa.
Uma abordagem investigativa sobre carboidratos na química escolar, com foco em questões sociocientíficas envolvendo fraudes em méis de abelhas nativas sem ferrão / Marlene Barbosa Vieira. – Recife, 2026.
164 f.

Orientador(a): Cristiano de Almeida Cardoso Marcelino Junior.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Mestrado Profissional em Química (PROFQUI), Recife, BR-PE, 2026.

Inclui referências e apêndice(s).

1. Abelhas sem ferrão. 2. Mel - Produção. 3. Carboidratos . 4. Química - Estudo e ensino 5. Técnicas investigativas. I. Marcelino Junior, Cristiano de Almeida Cardoso, orient. II. Título

CDD 540

**UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA SOBRE CARBOIDRATOS NA
QUÍMICA ESCOLAR, COM FOCO EM QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS
ENVOLVENDO FRAUDES EM MÉIS DE ABELHAS NATIVAS SEM FERRÃO.**

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Cristiano de Almeida Cardoso Marcelino Jr.
(Orientador - PROFQUI)

Prof. Dr. Francisco Ferreira Dantas Filho
(Examinador externo)

Prof. Dr.^a Flávia Christiane Guinhos de Menezes Barreto Silva
(Examinadora interna - PROFQUI)

A Deus e a minha família.
Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo amor incondicional.

A minha família, por todo apoio.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Cristiano de Almeida Cardoso Marcelino Jr.

Ao Mestrado Profissional em Química em Rede
Nacional (PROFQUI)/CAPES/Universidade Federal de
Pernambuco(UFRPE).

Ao Colégio.

Aos professores do PROFQUI/CAPES/UFRPE.

Aos colegas pós-graduandos do PROFQUI/CAPES/UFRPE.

A todos e todas que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

A leitura do mundo precede a leitura da palavra, daí que a posterior leitura desta não possa prescindir da continuidade da leitura daquele.

(Paulo Freire)

A pesquisa tratou do desenvolvimento e da aplicação de uma sequência didática investigativa (SDI) para o ensino-aprendizagem de carboidratos na perspectiva da educação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA), baseada em questões sociocientíficas (QSC) sobre a fraude de méis de abelhas nativas sem ferrão. Teve como objetivo principal compreender como os estudantes construíram significados para o termo “adulteração de méis” a partir da utilização da SDI e, de modo mais específico, avaliar a presença de dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais dos conteúdos mobilizados. A investigação foi realizada junto a estudantes do 3º ano da Escola Estadual Lions de Parnamirim, localizada na comunidade São Braz, nas imediações do campus sede da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), no bairro de Dois Irmãos, na parte noroeste do Recife, Pernambuco. Essas instituições integram uma região inserida no bioma Mata Atlântica, cujas espécies vegetais dependem fortemente da polinização promovida por abelhas nativas sem ferrão, cujos méis possuem grande interesse comercial. A pesquisa empírica e qualitativa ocorreu ao longo de catorze aulas, totalizando sete dias, nas disciplinas de química e biologia. A SDI utilizada foi desenvolvida com base em concepções do ensino investigativo, em combinação com o modelo teórico proposto por Conrado e colaboradores, que associa a mobilização dos conteúdos em suas dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais a uma QSC, em forma de casos, vinculados a questões norteadoras. Os dados foram coletados a partir do caderno de campo da professora-pesquisadora, de gravações das falas, de registros nos “diários do caso” e do argumento final para a resolução do caso 3, produzidos pelos grupos de estudantes, utilizando o modelo de argumentação de Toulmin.

Palavras-chave: Educação CTSA; Sequência didática investigativa; Questões socio científicas; Ensino de carboidratos; Méis de abelhas sem ferrão.

This research addressed the development and application of an investigative teaching sequence (ITS) for teaching and learning about carbohydrates from a Science-Technology-Society-Environment (STSE) education perspective, based on socioscientific questions (SSC) about the adulteration of honey from native stingless bees. Its main objective was to understand how students constructed meanings for the term "honey adulteration" using the ITS and, more specifically, to evaluate the presence of conceptual, procedural, and attitudinal dimensions of the mobilized content. The investigation was conducted with 3rd-year students from the Lions State School of Parnamirim, located in the São Braz community, near the main campus of the Federal Rural University of Pernambuco (UFRPE), in the Dois Irmãos neighborhood, in the northwest part of Recife, Pernambuco. These institutions are located in a region within the Atlantic Forest biome, whose plant species are heavily dependent on pollination by native stingless bees, whose honey is of great commercial interest. The empirical and qualitative research took place over fourteen classes, totaling seven days, in the subjects of chemistry and biology. The SDI (Study-Based Learning) used was developed based on concepts of inquiry-based teaching, combined with the theoretical model proposed by Conrado and colleagues, which associates the mobilization of content in its conceptual, procedural, and attitudinal dimensions with a QSC (Qualitative and Socially Responsible Question), in the form of cases, linked to guiding questions. Data were collected from the teacher-researcher's field notebook, recordings of speeches, entries in the "case diaries," and the final argument for solving case 3, produced by the student groups, using Toulmin's argumentation model.

Keywords: CTSA Education; Investigative didactic sequence; Socio-scientific issues; Teaching carbohydrates; Stingless bee honey.

LISTA DE ABREVIações E SIGLAS

BNCC – Base Nacional Comum Curricular
CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CPA – Conceituais, Procedimentais e Atitudinais
CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PROFQUI – Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional
QSC – Questões Socio-científicas
SDI – Sequência Didática Investigativa
UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Exemplos de questões norteadoras gerais para discussão de relações CTSA de um caso sobre uma questão sociocientífica.

QUADRO 2 – Etapas envolvendo os casos, utilizando a didática das cinco fases.

QUADRO 3 – Dimensionamento dos objetivos (CPA).

QUADRO 4 – Organização dos objetivos de aprendizagem nas três dimensões do conteúdo (CPA) para a SDI sobre fraude de méis de abelhas nativas sem ferrão, vinculada às atividades em cada área.

QUADRO 5 – Estruturação das atividades da SDI sobre fraude de méis de abelhas nativas sem ferrão.

QUADRO 6 – Instrumento para avaliação dos estágios de letramento científico crítico.

QUADRO 7 – Principais procedimentos de planejamento das etapas para o percurso metodológico proposto.

QUADRO 8 – Síntese das respostas da sondagem.

QUADRO 9 – Diagnóstico do conhecimento prévio dos alunos.

QUADRO 10 – Principais concepções alternativas identificadas.

QUADRO 11 – Síntese dos principais resultados obtidos na Sondagem Intermediária, aplicada após o desenvolvimento das atividades centrais da sequência didática.

QUADRO 12 – Síntese consolidada das concepções dos estudantes no Questionário de Sondagem Final.

QUADRO 13 – Comparativo dos resultados das sondagens Inicial, Intermediária e Final.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Um tipo de representação do modelo teórico para a educação baseada em questões sociocientíficas.

FIGURA 2 – Representações estruturais de alguns carboidratos importantes.

FIGURA 3 – APA Aldeia Beberibe.

FIGURA 4 – Localização da escola lócus da pesquisa e da sua inserção no contexto do bioma da Mata Atlântica.

FIGURA 5 – Mapeamento dos elementos e relações entre os domínios CTSA para o tema fraude de méis de abelhas nativas sem ferrão.

FIGURA 6 – Esquema do Modelo de Argumentação de Toulmin (2007).

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 OBJETIVO GERAL	23
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	26
2.1 AS FRAUDES DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS: UMA TEMÁTICA PARA A INCLUSÃO DE ASPECTOS ÉTICOS NAS ABORDAGENS QUÍMICAS NO ENSINO MÉDIO	27
2.2 A ADULTERAÇÃO DE MÉIS DE ABELHAS NATIVAS SEM FERRÃO: UMA QUESTÃO SOCIOCIENTÍFICA PARA A ABORDAGEM DO CONTEÚDO CARBOIDRATOS NO ENSINO DE QUÍMICA SOB O ENFOQUE CTSA	26
2.2.1 A educação científica sob o enfoque CTSA	27
2.2.2 A utilização de questões sociocientíficas no ensino de ciências	29
2.2.3 A fraude do mel apícola no ensino-aprendizagem do conteúdo carboidratos	31
2.3 SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA SOBRE A FRAUDE DE MÉIS DE ABELHAS NATIVAS SEM FERRÃO COMO UMA ESTRATÉGIA PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM DO CONTEÚDO CARBOIDRATOS	40
2.3.1 Sequências didáticas com enfoque CTS	54
2.3.2 Sequências didáticas investigativas (SDI)	55
3 METODOLOGIA	64
3.1 CONTEXTO E PARTICIPANTES DA PESQUISA	70
3.2 DESENHO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA (SDI)	71
3.2.1 Desenvolvimento de casos sobre questões sociocientíficas (QSC), com questões norteadoras, para promoção de argumentações	74
3.2.1.1 <u>Elaboração dos casos envolvendo QSC</u>	75
3.2.1.2 <u>Delimitação das questões norteadoras</u>	75
3.2.1.3 <u>A abordagem dos casos voltada à promoção do letramento científico crítico</u>	76
3.2.2 Estabelecimento dos objetivos de aprendizagem nas três dimensões do conteúdo – conceituais, procedimentais e atitudinais (CPA)	77
3.4 - COLETA, TRATAMENTO E ANÁLISE DE DADOS	78
3.5 – PRINCÍPIOS ETICOS DA PESQUISA	79
3.6 - PRODUTO DIDÁTICO	79
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	99
4.1 - Concepções iniciais dos estudantes sobre o mel e sua adulteração	103
4.2 Mobilização de conteúdos procedimentais na investigação experimental	106
4.3 Construção da argumentação científica a partir do Modelo de Toulmin	106
4.4 Comparação entre concepções iniciais e finais dos estudantes	106
	110
	110

CONSIDERAÇÕES
REFERÊNCIAS
APÊNDICES

121
123
145

1 INTRODUÇÃO

A disciplina de química escolar apresenta um vasto e complexo conjunto de conhecimentos conceituais, que envolvem as dimensões simbólico-representacionais, microscópicas e macroscópicas. Ao tempo que essas dimensões auxiliam a demonstrar os lados científico, útil e criativo da química, elas também têm se relacionado a dificuldades no ensino-aprendizagem, especialmente junto a estudantes do ensino médio. Entre as inferências nessa direção no ensino-aprendizagem escolar, tem-se destacado a persistência na ênfase à memorização de símbolos, nomes e fórmulas, em detrimento de abordagens que contemplem as propriedades e as aplicações das substâncias químicas. Junto a isso, em muitas escolas, também persiste o distanciamento de ações voltadas ao desenvolvimento de procedimentos e valores. Tais características contribuem para uma contradição entre as recomendações para o ensino escolar de química e o que é, de fato, realizado em sala de aula.

A comunidade brasileira em educação química - pesquisadores, professores e elaboradores de políticas públicas, em alinhamento com as discussões internacionais tem enfatizado com mais veemência, principalmente nos últimos trinta anos, a importância de se pensar e de se efetivar propostas que superem esse tipo de ensino-aprendizagem demasiadamente conceitual, com ênfase na memorização (Souza *et al.*, 2020). As orientações nesse sentido destacam a necessidade da utilização de estratégias didáticas que possibilitem uma aprendizagem química mais significativa pelos estudantes. Tem-se por entendimento que essa aprendizagem se vincula à “[...] compreensão tanto dos processos químicos em si, quanto da construção de um conhecimento científico, tecnológico e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas” (BRASIL, 2000, p. 31). Destacadas em documentos educacionais decorrentes da Lei de Diretrizes e Bases da Educação de 1996 (BRASIL, 1996), como os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PECNEM (BRASIL, 2006), esse posicionamento continua sendo recomendado para a prática pedagógica escolar, conforme pode ser verificado na Base Nacional Curricular Comum – BNCC (BRASIL, 2017), e reitera a necessidade da utilização de diferentes estratégias didáticas que contribuam para o desenvolvimento de pensamento dos estudantes. Nessa direção, recomendam-se que devem ser priorizadas as estratégias estimuladoras de diálogos e de pensamentos críticos (BRASIL, 2017). A tentativa de

promoção de um ambiente propício para a formação de um pensamento químico que favoreça o pensamento crítico do estudante remete a alguns pilares propostos para o ensino-aprendizagem de química. Entre tais alicerces se destacam a apropriação químico-conceitual e a contextualização. Esses dois aspectos ganham uma potencialidade mais efetiva quando são tratados de forma conjunta, imbricada. Um tratamento nesse sentido se faz presente em diferentes discursos da área, que está em concordância com a legislação educacional, conforme na abordagem sobre uma das dimensões da contextualização: o cotidiano. Por exemplo, no PCNEM, se orienta que:

Não se procura uma ligação artificial entre o conhecimento químico e o cotidiano, restringindo-se a exemplos apresentados apenas como ilustração ao final de algum conteúdo; ao contrário, o que se propõe é partir de situações problemáticas reais e buscar o conhecimento necessário para entendê-las e procurar solucioná-las. (BRASIL, 2002, p. 93).

Há diferentes possibilidades para se viabilizar a vinculação entre conhecimento químico e contextos cotidianos reais, dentro de um ambiente problematizador. Um dos possíveis caminhos é o ensino por transversalidade, ou seja, pelo desenvolvimento de práticas educativas pautadas em temas transversais, como a ética.

A ética é um tema que deve ser incorporado ao conjunto de disciplinas do ensino básico, como é o caso da química escolar. Ao mesmo tempo, a possibilidade de inclusão da ética no ensino de química também abre um amplo campo para a pesquisa educacional, conforme aqui vislumbrado.

O interesse por pesquisar a inclusão de aspectos éticos no ensino-aprendizagem de química surgiu da minha experiência como professora do ensino médio. Ao longo de mais de dez anos no magistério, ratifico os posicionamentos em defesa de uma sociedade que precisa de cidadãos atuantes no mundo de forma ética, responsável e comprometida com o bem comum. Cada vez mais, também concordo que os valores éticos precisam ser aprendidos desde os anos iniciais da criança até a sua fase adulta, e que esse é um dos papéis da escola. Também corroboro com o entendimento quanto à necessidade de a ética ser contemplada nas diferentes disciplinas que compõem o currículo escolar, na qual a química é uma delas.

Autores interessados na temática, como (Silva; Santos, 2014) e (Santos, Conrado; Nunes-Neto, 2018), Neto *et al.* (2017), destacam que muitas são as razões para abordar ética na educação em ciências, do nível fundamental ao superior,

incluindo a pós-graduação. As principais razões apontadas têm sido associadas aos seguintes aspectos:

- i) uma indissociável dimensão valorativa e ética da prática científica que está, implícita ou explicitamente, refletida no ensino de ciências (Lacey, 2010; Gil-Pérez *et al.*, 2001);
- ii) a crescente relevância da tomada de decisões, do planejamento e da execução de ações sociopolíticas, sobretudo promovendo o protagonismo juvenil, como objetivos legítimos da educação em ciências, aspectos que demandam (alguma) abordagem de ética (Benze *et al.*, 2018; Marques; Reis, 2018; Conrado; Nunes-Neto, 2018a);
- iii) a existência de uma dimensão ética nos problemas socioambientais, o que significa que a compreensão, as tomadas de decisão e as ações em relação a aspectos sociais e ambientais demandam não apenas entendimento e respostas técnicas e científicas, mas também entendimentos e respostas éticas (Conrado; El-Hani; Nunes-Neto, 2013; Nunes-Neto, 2015; Jameson, 2010);
- iv) a relevância que os esquemas teóricos provenientes da filosofia moral têm para 'equipar' as pessoas para lidar com questões relativas à exploração e à destruição da natureza, temas cada vez mais sensíveis e urgentes à educação como um todo, e à educação em ciências, em particular (Hodson, 2018; Conrado; El-Hani; Nunes-Neto, 2013; Paiva *et al.*, 2017; Conrado; Nunes-Neto, 2018a);
- v) as oportunidades já existentes, com base em métodos e estratégias já utilizados na educação em ciências para estimular discussões e reflexões éticas a respeito das relações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) (Fowler; Zeidler; Sadler, 2009; Guimarães; Carvalho; Oliveira, 2010; Reis, 2013; Conrado; El-Hani; Nunes-Neto, 2013; Martínez Pérez, 2014; Silva; Santos, 2014);
- vi) a relevância e a necessidade de se aprender sobre as relações entre ética, ciência e tecnologia, conforme têm apontado diversas publicações da área, recomendando o desenvolvimento de novos métodos e estratégias didáticas para inserir o ensino de ética como parte essencial da formação científica e tecnológica do cidadão, não somente do estudante de ciências ou do cientista (Johnson, 2010; Hodson, 2011; Bazzul, 2016; Achigbec; Igiri; Effiong, 2019). A necessidade da inclusão de aspectos éticos nas abordagens químicas também deriva dessas e de outros aspectos da educação em ciências. Considerando o aspecto mais personológico, muitas das práticas pedagógicas do ensino-aprendizagem de

química, vivenciadas tanto nas escolas quanto nos cursos superiores, enfatizam o individualismo e o conformismo social. Isso geralmente é evidenciado pela forma como os conteúdos químicos são trabalhados, frequentemente desconectados da realidade social. Por outro lado, as exigências do nosso tempo reforçam a necessidade de abordagens que contemplem uma pedagogia ativa, criativa, dinâmica e investigativa, apoiada nos valores que fundamentam a ética: a justiça, o respeito mútuo, o diálogo e a solidariedade (Siqueira *et al.*, 2020).

As recomendações educacionais propõem maior contribuição da química no desenvolvimento de reflexão e criticidade sobre valores e hábitos no contexto da educação de adolescentes e de jovens, em particular. Com isso, deve existir maior integração entre os aspectos do conteúdo mais relacionados com conceitos e procedimentos com aqueles relacionados às atitudes e aos valores (Zabala, 1998).

Orientações contidas nos documentos oficiais da educação brasileira e dos resultados de pesquisas na área de ensino de ciências, tanto nacionais quanto internacionais, têm destacado o papel da abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) para alcançar objetivos educacionais na direção acima almejada. Acredita-se que estratégias nessa direção contribuam para maior contextualização, interdisciplinaridade e criticidade no ensino-aprendizagem de química. Com essa opção, vislumbra-se também alcançar um ensino mais humanitário e menos tecnocrático, ao estimular o interesse pelos conteúdos aprendidos a partir do reconhecimento de sua importância para a solução de problemas cotidianos, muitos desses problemas que envolvem questões éticas (Santos, 2012). No entanto, a forma na qual ocorre a educação em ciências ainda limita muito as escolhas dos estudantes para refletirem e atuarem em questões éticas envolvendo ciência e tecnologia.

Outra lacuna nesse campo reside no desafio de se reconhecer quais conteúdos são mobilizados pelos estudantes nas discussões envolvendo aspectos éticos, em especial, sobre como os conteúdos são abordados, isto é, se um determinado conteúdo é mais mobilizado em sua dimensão conceitual, procedimental ou atitudinal; ou ainda, como estas diferentes dimensões são articuladas pelos estudantes nos conteúdos que mobilizam (Martínez-Pérez, 2014). Essa dificuldade é acentuada pelo predomínio de estratégias de ensino transmissivas, com avaliação de aprendizagem baseada em memorização (Conrado; Nunes-Neto, 2018). Entre as estratégias apontadas para essa direção, vem se difundido o uso de metodologias com

possibilidades de fomentar e promover a alfabetização científica, dentro de uma dinâmica na qual o estudante possa assumir um caráter mais ativo e dinâmico no processo de aprendizagem (Chassot, 2003; Lorenzetti; Delizoicov, 2001; Sasseron, Carvalho, 2008, 2011; Viecheneski *et al.*, 2012). Entre as opções que se destacam nessa direção, diferentes autores ressaltam as contribuições da problematização e do ensino por investigação, desenvolvido por meio de sequências didáticas investigativas (Motokane, 2015; Zanetoni; Leão, 2022).

As sequências didáticas atuam como um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais no processo de ensino-aprendizagem, e têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos estudantes (Zabala, 1998). A utilização de sequência didática investigativa tem sido apontada por diferentes autores, como Guimarães e Giordan (2011), para contribuir para construir relações entre o conhecimento científico e a realidade social e cultural do educando, a partir de um conjunto de atividades articuladas e organizadas de forma sistemática em torno de uma problematização central. Um dos aspectos vantajosos atribuídos a esse tipo de estratégia está no fato de a problematização atuar como o agente de interlocução entre os conhecimentos científicos e de realidades sociais, tanto as locais quanto as globais. Desse modo, elas podem se configurar como elemento articulador para a inclusão de temáticas que envolvam questões éticas.

A relação entre educação e ética ainda possui limitações ou lacunas relevantes, especialmente no contexto da educação em ciências. Porém, diferentes temas podem ser utilizados para a inserção de abordagens envolvendo valores éticos na educação química escolar. Nesse sentido, um amplo conjunto de conteúdos químicos pode ser contemplado, por exemplo: as biomoléculas. O conteúdo biomoléculas envolve os conteúdos curricularmente associados à informação genética e ao metabolismo primário dos seres vivos: ácidos nucleicos, e carboidratos, lipídios, proteínas. Esses conteúdos se vinculam à bioquímica e estão presentes em todo o currículo de ciências da Educação Básica.

A bioquímica representa uma área interdisciplinar, uma vez que possui como base a química e a biologia, onde uma complementa a outra, para explicação de muitos fenômenos e processos que ocorrem nos sistemas vivos (Gomes; Rangel, 2006). Ao mesmo tempo, essas duas áreas possuem suas peculiaridades, sobre as quais o estudante necessita estruturar o campo de ligação para o entendimento de

um fenômeno.

As discussões escolares mais aprofundadas sobre biomoléculas ocorrem no ensino médio; na biologia, no 1º ano e na química, no 3º, normalmente. No entanto, na química, quando abordado, esses conteúdos têm sido tratados superficialmente, em geral (Oliveira *et al.*, 2018) e de forma breve e mecânica (Santos *et al.*, 2020). Adicionalmente, os estudantes têm apresentado dificuldades na aprendizagem desses conteúdos (Leite, 2012), inclusive devido ao fato de as biomoléculas fazerem parte de um grupo de conteúdos distantes e de desinteresses para os estudantes, conforme tem sido relatado em relação aos carboidratos (Silva; Braibante, 2021; Santos *et al.*, 2020; Passos, 2017; Freitas Filho *et al.*, 2009).

Carboidratos são biomoléculas de importância fundamental para os seres vivos. Eles desempenham diversas funções nos organismos, entre as quais, sendo uma importante fonte de energia. Nas aulas e nos livros de química do ensino médio, em geral, os carboidratos não se configuram como um tema comumente explorado; quando isso ocorre, geralmente é realizado de forma superficial e apresentando equívocos conceituais (Francisco Júnior, 2008; Leal; Neto, 2013).

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 (Francisco Jr.; Francisco, 2006). Por exemplo, em pesquisa realizada com professores de química, Santos e Schnetzler (1996) reportaram que a bioquímica aparece como um dos dez temas com os quais a química pode ser abordada socialmente. Desse modo, 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. O desenvolvimento de proposta inovadoras nessa direção é apontado como uma das necessidades do ensino de química (Freitas, 2020).

A abordagem sobre os carboidratos pode estar articulada com temas, a exemplo dos alimentos, que é um dos temas recomendados nos documentos oficiais para o ensino médio (BRASIL, 2017; 2006). Tomando-se as sugestões constantes nos Parâmetros Curriculares Nacionais de Ensino Médio (PCNEM), dentro do tema estruturador “Química e Biosfera - Os seres vivos como fonte de alimentos e outros produtos”, a finalidade é que os estudantes conheçam a composição, propriedades e

função dos alimentos nos organismos vivos, considerando: proteínas, lipídeos e carboidratos (BRASIL, 2002). 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 (Conrado *et al.*, 2018).

As abelhas sem ferrão são um grande grupo de abelhas sociais distribuídas em regiões tropicais e subtropicais do Planeta: na América do Sul, na América Central, na Ásia, nas Ilhas do Pacífico, na Austrália, na Nova Guiné e na África (Silveira; Melo; Almeida, 2002). Pertencentes à família Hymenoptera e à subfamília Meliponinae, esse grupo de insetos possui mais de 400 espécies identificadas (Michener, 2013).

As abelhas nativas brasileiras, também conhecidas como abelhas indígenas ou “melíponas”, eram as únicas produtoras de mel e principais polinizadoras das plantas do País, até as primeiras décadas do século XVIII. Elas viviam nosso território muito antes das espécies estrangeiras por aqui aportarem, ao serem introduzidas bem depois, no Rio de Janeiro, em 1838, pelo padre Manoel Severiano, para a produção de cera para velas (Martini *et al.*, 2015).

Há cerca de 250 espécies de abelhas indígenas sociais no Brasil, da tribo Meliponini, que agrupa mais de 40 gêneros diferentes, como Melipona, Trigona, Plebeia e Scaptotrigona (Pires *et al.*, 2016). Popularmente, elas são conhecidas por diversos nomes, como: uruçú do Nordeste, mandaçaia, mandaguari, tiúba, jandaíra e arapuá. Essas abelhas sem ferrão possuem uma diversidade de formas, cores e tamanhos, e povoam diversos biomas do território brasileiro.

As abelhas nativas oferecem benefícios ecológicos, pois são responsáveis por uma proporção considerável de polinização de diferentes espécies de plantas, cerca de 90% das árvores nativas (Kerr *et al.*, 1996; Chuttong *et al.*, 2016a). As melíponas se alimentam do néctar e do pólen, que tiram das flores, e formam seus ninhos em ocos de troncos das árvores. Elas produzem uma variedade de méis e secretam pólen em reservatórios cerosos especiais, os potes, que servem como despensa de alimento para a colmeia. A eficiência deste grupo na polinização provavelmente se relaciona com a dependência dos recursos florais desde a fase larval até a adulta, sendo o pólen a fonte proteica e o néctar a fonte energética (Bawa, 1990).

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.

Por isso, a sobrevivência dessas abelhas está ameaçada pelo desmatamento de florestas nativas, seu ambiente natural (LOPES *et al.*, 2005), e algumas populações estão em extinção por causa da degradação ambiental (Reyes González *et al.*, 2016).

Diferentes ações têm sido efetivadas no Brasil e no exterior para destacar a importância e o valor das abelhas nativas, em termos ecológicos e econômicos, bem como para evidenciar a necessidade de preservar suas populações e suas colônias (Oliveira *et al.*, 2017a; Oliveira *et al.*, 2017b). Uma das alternativas para a conservação das espécies nativas está na meliponicultura, que garante a criação racional de abelhas sem ferrão. Essa atividade: i) auxilia no equilíbrio biológico dos biomas e na preservação de espécies vegetais e de abelhas; ii) viabiliza a produção comercial de vários tipos de méis; e iii) vincula-se a uma prática sustentável e altamente adaptável a pequenos produtores, provenientes de comunidades tradicionais, assentamentos e cooperativas agrícolas (Winkel, 2017).

A criação de abelhas sem ferrão é uma atividade simples, especialmente pelo fato de elas não agredirem com ferroadas. Por isso, é bastante comum a instalação de colmeias artificiais nas residências, mesmo em áreas urbanas. Porém, a criação também é realizada de modo extensivo. No Brasil, alguns estados possuem polos bem-sucedidos de meliponicultura; no Nordeste, destacam-se o Maranhão, Rio Grande do Norte e Pernambuco. Entre as espécies locais mais utilizadas, encontram-se: a jataí, a tiúba, a jandaíra e as uruçus.

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 cuja demanda é ainda maior que a oferta e com 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, embora não seja excessivamente documentado em registros históricos (Michener, 2013). 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 agrocomercial. No entanto, assim como ocorre com o mel de *Apis mellífera*, 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 feiras livres e comércios de bairro. A existência desse tipo de situação tem sido destacada e, como uma das formas para auxiliá-la, conforme propõem Lima *et al.* (2021) sugere-se que o tema poderia ser explorado no ensino, com a finalidade de os estudantes conhecerem melhor a composição do mel e também distinguir a problemática das fraudes.

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 (Zeidler; Nichols, 2009). Por causa desses aspectos, o uso de questões sociocientíficas no ensino tem apresentado o potencial de alcançar um letramento científico crítico, explorando os interesses e valores por trás do trabalho científico, voltando-se à formação de cidadãos críticos e socioambientalmente responsáveis (Conrado, 2017). Esse tratamento pode ser operacionalizado dentro de um tipo de estratégia que se volte à exploração no sentido almejado. Nesse sentido, uma sequência didática investigativa pode se configurar como uma opção adequada.

As sequências didáticas investigativas modificou a atuação do professor e dos estudantes em todo o processo didático. Elas viabilizaram interações sociais que promovem uma atitude mais ativa para os estudantes e uma postura mediadora para o professor (Carvalho, 2013). Uma sequência didática investigativa estratégia de ensino envolvida com a fraude na produção de méis de abelhas sem ferrão brasileiras configurou como uma estratégia promissora para a abordagem da temática carboidratos.

O tema adulteração de méis, dentro de uma abordagem problematizadora-investigativa contribuiu 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), mobilizou também conteúdos de outros campos, como bioquímica, ecologia, saúde, ética e política. Sendo assim, além dos aspectos científicos-conceituais, ela contribuiu 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. Esses aspectos se vincularam à criação racional de espécies de abelhas nativas, como medidas ecológicas e econômicas, relacionadas à produção dos seus méis.

Apesar das recomendações presentes nos documentos oficiais e nas pesquisas em educação em ciências, ainda são escassas, no ensino de química escolar, propostas didáticas que integrem de forma sistemática conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, articulados a questões sociocientíficas de relevância social concreta. Em especial, observou-se uma lacuna no tratamento do conteúdo carboidratos sob uma perspectiva investigativa e ética, que possibilite aos estudantes não apenas a compreensão conceitual, mas também a reflexão crítica e a tomada de posicionamentos fundamentados frente a problemas reais. É nesse contexto que se inseriu a presente pesquisa.

Diante desse cenário, no qual se articulou desafios didáticos no ensino de química, demandas éticas contemporâneas e possibilidades metodológicas fundamentadas em abordagens investigativas, delineou-se a presente pesquisa. Considerando o exposto, formulou-se o seguinte problema de investigação: como viabilizar a incorporação de aspectos éticos em abordagens do conteúdo carboidratos junto a estudantes de química do ensino médio, de modo a favorecer uma atuação mais ativa e crítica em seus processos de aprendizagem? Em resposta a esse problema, estabeleceram-se os objetivos da pesquisa, apresentados a seguir.

1.1 OBJETIVO PRINCIPAL

Compreender como estudantes do ensino médio mobilizam e articulam conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais relacionados ao conteúdo

carboidratos, a partir da utilização de uma Sequência Didática Investigativa fundamentada em questões socio-científicas sobre a adulteração de méis de abelhas nativas sem ferrão, no contexto da Educação CTSA.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar a mobilização dos aspectos conceituais, procedimentais e atitudinais envolvidos na adulteração de méis de abelhas nativas sem ferrão, bem como suas inter-relações no contexto CTSA, a partir das produções dos estudantes.
- Elaborar uma Sequência Didática Investigativa, de caráter problematizador, fundamentada em questões sociocientíficas sobre fraudes de méis de abelhas nativas brasileiras, para a abordagem do conteúdo carboidratos no ensino médio.
- Aplicar a Sequência Didática Investigativa elaborada junto a estudantes do 2º ano do ensino médio, no contexto da disciplina de química, visando à abordagem do conteúdo carboidratos.
- Identificar e categorizar as dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais dos conteúdos mobilizados pelos estudantes em suas argumentações sobre fraudes de méis de abelhas nativas brasileiras.
- Produzir um material didático, na forma de cartilha, contendo a Sequência Didática Investigativa desenvolvida, voltada à abordagem do conteúdo carboidratos no ensino médio, com base na temática das fraudes de méis de abelhas nativas brasileiras.

A pesquisa que foi desenvolvida é de natureza qualitativa, compreendida como um processo interpretativo que buscou apreender significados, percepções e construções sociais produzidas pelos sujeitos em contextos específicos (Minayo, 2012). Ela realizou-se a partir da seleção temática, do planejamento de uma SDI e de uma intervenção pedagógica baseada em sua aplicação. O estudo de caso foi desenvolvido junto a estudantes do 3º ano do ensino médio de uma escola da rede pública estadual da Região Metropolitana do Recife, localizada no perímetro urbano de uma área de Mata Atlântica.

O baixo interesse por abordagens sobre aspectos éticos no ensino de ciências de ensino tem sido destacado por alguns autores da área (Conrado; El-Hani; Nunes-Neto, 2013). A ética também ainda não é um campo muito explorado, tanto nas aulas quanto pela pesquisa em educação em ciências (Saunders; Rennie,

2013; Guimarães *et al.*, 2017). Na educação química, essa lacuna ainda é maior e há indícios de uma escassez de pesquisas envolvendo propostas pedagógicas que articulem a ética ao ensino de química numa perspectiva CTS (Santos; Mortimer, 2002). Caso fosse incluída a dimensão ambiental nessa discussão, possivelmente essa carência seria ainda maior.

Alguns autores, como Vilches, Gil-Pérez e Praia (2011), têm defendido a inclusão do “A”, de ambiente, no enfoque CTS, resultando na expressão CTSA. Propostas nessa direção trazem o argumento que não é suficiente assumir que considerações sobre o ambiente já estão diretamente presentes quando se fala da sociedade. Por isso, mais recentemente, especialmente entre os autores que demonstram preocupação com a gravidade da crise ambiental planetária, a inclusão explícita de uma dimensão ambiental nos estudos que relacionam ciência, tecnologia e sociedade passou a ser mais defendida (Pedretti; Forbes, 2000; Vilches; Gil-Pérez; Praia, 2011). Por corroborar com esse entendimento, nesta proposta, foi utilizada a expressão CTSA para se referir tanto ao movimento CTSA quanto ao CTS.

Outro aspecto que norteou esta pesquisa se refere aos conteúdos abordados. A SDI aqui proposta, em torno da adulteração de méis de abelhas nativas sem ferrão, contemplou as três dimensões do conteúdo: conceitual, procedimental e atitudinal (Zabala, 1998). A dimensão conceitual esteve predominantemente relacionada à aspectos epistemológicos do conteúdo carboidratos, enquanto a dimensão procedimental à aspectos mais metodológicos e técnicos, e a dimensão atitudinal mais a aspectos ético-sociopolíticos em torno da fraude, porém dentro de um contexto mais amplo que envolve o tratamento CTSA das abelhas nativas sem ferrão.

O planejamento e a abordagem da SDI foram baseados a partir de questões sociocientíficas no contexto da Educação CTSA. Esse é um modelo teórico que vem sendo exitosamente utilizado em outras propostas para o ensino de ciências (Conrado, 2017). Esse modelo teórico utiliza casos, introduzindo a QSC ao estudante por meio de questões orientadoras, que direcionam sua exploração, visando ao alcance de determinados objetivos de aprendizagem dos conteúdos (conceituais, procedimentais e atitudinais). Para o alcance do letramento científico crítico, foi utilizada uma estratégia adaptada de Hodson (2004), centrada em controvérsias, consistindo de cinco fases que envolvem um aumento progressivo da

complexidade em quatro níveis de letramento científico.

A SDI foi organizada dentro de um formato que estimulou que os estudantes avaliassem criticamente os valores e os interesses envolvidos nas relações CTSA em torno da comercialização de mel de abelhas nativas sem ferrão e se engajem em ações para a promoção de uma sociedade mais justa e ambientalmente mais sustentável. Esses objetivos educacionais são compatíveis com os fundamentos do letramento científico crítico (Hodson, 2018; Bencze *et al.*, 2018) e constituem uma novidade da pesquisa que foi aplicada.

O texto em continuidade está dividido em três capítulos. O primeiro traz a fundamentação teórica que serviu de base para o desenho, realização e análise de dados da pesquisa. Ele se desenvolveu em torno das SDI no ensino de ciências, direcionando-se aos aspectos éticos que permeiam abordagens CTSA para o tratamento de conteúdos químicos. Dentro dessa discussão, apresentaram-se algumas características do ensino de carboidratos e para as principais características dos méis de abelhas nativas sem ferrão, entre as quais se direcionou o olhar aos aspectos relacionados às fraudes desse produto apícola. Em seguida, apresentaram-se as concepções assumidas para o planejamento e utilização de uma SDI com ênfase na fraude do mel das abelhas nativas. Esses aspectos são organizados no capítulo seguinte, que contém a metodologia utilizada no trabalho. Nele, delimitaram-se o contexto e os sujeitos da pesquisa, e os critérios para coleta, tratamento e análise de dados. Então, apresentou-se o cronograma proposto para as etapas da pesquisa e, por fim, fez-se uma breve apresentação de expectativas de resultados, em termos de considerações parciais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A abordagem deste capítulo se desenvolveu em torno da construção de um referencial para proposição dos fundamentos para realização da pesquisa. No tópico inicial, discutiu-se sobre a inserção das fraudes de produtos alimentícios como uma temática para a inclusão de aspectos éticos nas abordagens químicas no ensino médio. Nessa parte, é traçada a relação entre os conceitos de ética, moral e valores, e são discutidos os principais tipos de fraudes de produtos alimentícios.

O tópico inicial discutiu-se sobre a inserção das fraudes de produtos alimentícios como uma temática para a inclusão de aspectos éticos nas abordagens

químicas no ensino médio. Nessa parte é traçada a relação entre os conceitos de ética, moral e valores, e discutidos os principais tipos de fraudes de produtos alimentícios.

O segundo tópico trouxe uma abordagem onde se discutiu sobre o tratamento da adulteração de méis de abelhas nativas sem ferrão como uma questão sociocientífica para a abordagem do conteúdo carboidratos no ensino de química sob o enfoque CTSA. A partir de concepções sobre a educação científica sob o enfoque CTSA, dialogou-se sobre a utilização de questões sociocientíficas no ensino de ciências, com ênfase no modelo teórico proposto por Conrado (2017) e Conrado e Nunes-Neto (2014), que servirá de base para tratar a fraude do mel apícola no ensino-aprendizagem do conteúdo carboidratos.

O terceiro e último tópico da fundamentação trouxe os elementos teóricos sobre as sequências didáticas investigativas. Na integração com o modelo de questões sociocientíficas assumido, dessa matriz foi realizada a pesquisa de intervenção didática para o ensino-aprendizagem do conteúdo carboidratos tendo a fraude de méis de abelhas nativas sem ferrão como tema gerador.

2.1 AS FRAUDES DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS: UMA TEMÁTICA PARA A INCLUSÃO DE ASPECTOS ÉTICOS NAS ABORDAGENS QUÍMICAS NO ENSINO MÉDIO

Os problemas éticos assumem relevância crescente na educação contemporânea, em especial diante das transformações sociais, científicas e tecnológicas que impõem novos desafios à formação de crianças e jovens. Nesse contexto, a escola é chamada a desempenhar um papel fundamental na formação moral dos estudantes, promovendo não apenas a aprendizagem de conteúdos conceituais, mas também o desenvolvimento de valores, atitudes e responsabilidades sociais (Bizzo, 2008; Severino, 2006).

A ética, no âmbito educacional, pode ser compreendida como uma reflexão crítica sobre a ação humana orientada por valores e princípios que regulam a convivência social. Conforme destaca Severino (2006), a atividade educativa é intrinsecamente carregada de significado ético, uma vez que envolve escolhas, intenções e responsabilidades que ultrapassam a simples transmissão de conhecimentos, incidindo diretamente na formação de sujeitos capazes de julgar,

decidir e agir de modo responsável no mundo social. Assim, a ética não se configura como um conteúdo acessório, mas como uma dimensão constitutiva do processo formativo.

No ensino de ciências e, de modo particular, no ensino de química, a incorporação de aspectos éticos mostra-se especialmente relevante, uma vez que os conhecimentos científicos e tecnológicos exercem impactos diretos sobre a sociedade, o ambiente e a saúde humana. Documentos oficiais da educação brasileira ressaltam a necessidade de articular o ensino de conteúdos científicos ao desenvolvimento de valores e atitudes, reconhecendo os limites éticos e morais envolvidos no desenvolvimento da ciência e da tecnologia (BRASIL, 2004; 2017). Nessa perspectiva, a ética deve ser trabalhada de forma transversal, integrada às diferentes áreas do conhecimento e vinculada a problemas concretos da realidade social.

A abordagem ética no ensino de química favorece a superação de práticas pedagógicas centradas exclusivamente na memorização de conceitos, possibilitando a articulação entre conhecimentos conceituais, procedimentos investigativos e posicionamentos atitudinais. Conforme assinala Zabala (1998), a aprendizagem de valores ocorre quando os estudantes são colocados diante de situações que exigem julgamento, tomada de decisão e reflexão crítica sobre suas próprias ações e as ações de outros, o que reforça a necessidade de estratégias pedagógicas que promovam a participação ativa dos sujeitos no processo de aprendizagem.

Nesse cenário, as fraudes de produtos alimentícios configuram-se como uma temática particularmente potente para a inclusão de aspectos éticos nas abordagens químicas no ensino médio. Trata-se de um problema social concreto, amplamente presente no cotidiano, que envolve diretamente conhecimentos químicos, interesses econômicos, riscos à saúde e implicações éticas relacionadas à responsabilidade social e ao direito do consumidor. A fraude alimentar pode ser compreendida como a modificação intencional de um produto com vistas à obtenção de lucro ilícito, frequentemente em prejuízo da qualidade nutricional e da segurança do alimento (Evangelista, 1989; Spink; Moyer, 2011).

Muitas fraudes alimentares envolvem operações químicas específicas, como diluições, substituições de matérias-primas e adição de substâncias não autorizadas, o que torna esse tema particularmente relevante para o ensino de química. A compreensão desses processos exige o domínio de conceitos químicos, ao mesmo

tempo em que convoca os estudantes a refletirem sobre os impactos sociais, econômicos e éticos dessas práticas. Assim, a temática das fraudes alimentares possibilita a integração entre ciência, tecnologia, sociedade e valores, favorecendo o desenvolvimento do pensamento crítico e da tomada de decisões éticas fundamentadas.

Dessa forma, a inserção das fraudes de produtos alimentícios no ensino de química, sob uma perspectiva ética e contextualizada, contribui para a formação integral dos estudantes, ao articular conhecimentos científicos a problemas reais e socialmente relevantes. Essa abordagem reforça o papel da educação química na formação de cidadãos críticos, conscientes e comprometidos com o bem comum, justificando sua adoção como eixo temático no desenvolvimento de propostas pedagógicas investigativas.

2.2 A ADULTERAÇÃO DE MÉIS DE ABELHAS NATIVAS SEM FERRÃO: UMA QUESTÃO SOCIOCIENTÍFICA PARA A ABORDAGEM DO CONTEÚDO CARBOIDRATOS NO ENSINO DE QUÍMICA SOB O ENFOQUE CTSA

Há diferentes possibilidades para se vincular a ética nas abordagens desenvolvidas na química escolar. Nesse sentido, as considerações gerais sobre a ética na ciência não devem ignorar a existência de problemas éticos diretamente relacionados a conteúdos de determinadas disciplinas científicas, como é o caso da química, ainda que eles possam envolver aspectos interdisciplinares (Rozentaliski; Porto, 2021). Um exemplo desse tipo de situação acontece na fraude do mel de abelhas, que se configura como uma questão sociocientífica e pode ganhar um tratamento químico-escolar sob o enfoque CTSA.

2.2.1 A educação científica sob o enfoque CTSA

A educação sob a perspectiva do movimento CTSA, procura superar as importantes limitações da educação científica tradicional-tecnicista. Ela busca alcançar um ensino mais humanitário e menos tecnocrático, a partir de maior contextualização, interdisciplinaridade e criticidade, em especial no âmbito da educação científica e tecnológica (Auler; Bazzo, 2001; Auler; Delizoicov, 2006; Von Linsingen, 2007). De acordo com Von Linsingen (2007), o movimento Ciência,

Tecnologia e Sociedade (CTS) surgiu na década de 1960, associado a três principais campos: 1 - pesquisa acadêmica, seguindo uma mudança da concepção de ciência e tecnologia e sua relação com a sociedade, com destaque para críticas ao positivismo; 2 - políticas públicas, com a promoção de maior participação da população sobre questões sociais, envolvendo ciência e tecnologia; 3 – educação voltada à formação de cidadãos aptos para compreender e controlar o desenvolvimento científico e tecnológico com a defesa de programas e currículos orientados para as relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Como explicita Torres-Merchán (2011), pretende-se que as situações que contextualizam os conteúdos científicos contribuam para o aumento do interesse e o reconhecimento da importância desses conteúdos pelos estudantes para a solução de problemas do seu próprio cotidiano.

Pedretti e Nazir (2011) destacam a existência de uma diversidade de abordagens sob o rótulo de CTSA, seja do ponto de vista do foco, dos objetivos da educação científica, das abordagens dominantes e/ou das estratégias. Apesar de suas particularidades, o enfoque da educação CTSA em todas as suas vertentes tem permitido uma melhor compreensão dos papéis de professores e dos estudantes na educação científica. De modo geral, elas têm combatido os “mitos do cientificismo” (Conrado, 2016; Santos; Mortimer, 2002), se voltado ao desenvolvimento de atitudes e valores, correspondentes à compreensão da ciência como uma atividade cultural (Martínez Pérez; Parga Lozano, 2013) e possibilitado a integração explícita de aspectos éticos e políticos no ensino de ciências (Conrado; El-Hani, 2010; Conrado, 2016). Por outro lado, algumas críticas também têm sido direcionadas a essas vertentes.

Pedretti e Nazir (2011) apontam algumas objeções quanto a seis vertentes CTSA desenvolvidas na educação científica nas últimas quatro décadas. Entre as críticas apontadas, ressaltam-se: i) a superestimação de aspectos epistemológicos, não reconhecendo outros fatores relacionados à tomada de decisão, como emoções e valores; ii) a priorização de aspectos lógicos sobre técnicas de comunicação e organização do pensamento, que pode reduzir a sensibilidade e gerar alienação nos estudantes, em relação a aspectos não epistemológicos; iii) o estímulo a uma visão de ciência desconexa de um contexto social mais amplo, externo à própria ciência, como, por exemplo, os problemas socioambientais atuais; iv) a ideia de relativismo ético e à necessidade de se estabelecer um consenso global de valores; v) a desvalorização do conhecimento, causada pela ênfase a múltiplos contextos culturais;

e vi) a relativização do que seria justo, bom e correto, além da própria adoção de um tipo de democracia como forma padronizada de organização da sociedade.

A aplicação de abordagens CTSA aqui realizadas corrobora com as concepções acima apresentadas, acrescidas às de outros autores, cujas opções pedagógico-didáticas priorizam o raciocínio lógico e a argumentação nas salas de aula e, ao mesmo tempo, reconhecem a relevância de outros fatores relacionados à tomada de decisão, como as emoções e os valores, para o desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes. Especificamente quanto a esses últimos aspectos, com base em autores como Jiménez-Aleixandre; Pereiro-Muñoz (2002), Conrado (2013), Conrado e Nunes (2018), a abordagem CTSA aplicada para a pesquisa foi vinculada à inclusão de questões sociocientíficas.

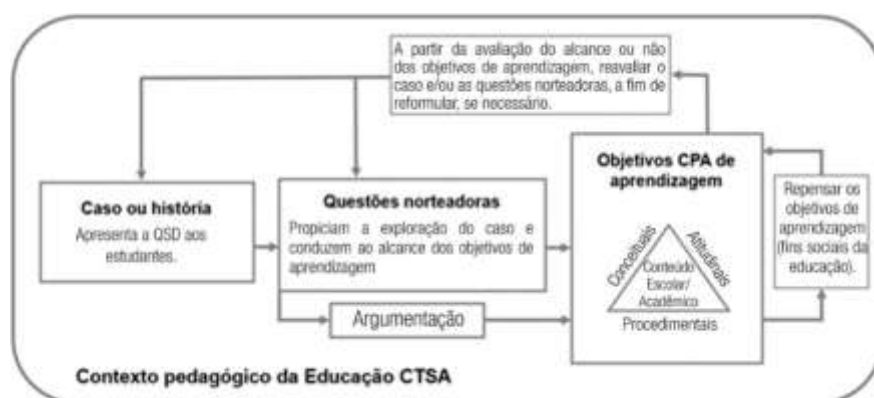
2.2.2 A utilização de questões sociocientíficas no ensino de ciências

As questões sociocientíficas propiciam uma estratégia pedagógica para a abordagem das relações CTS e de aspectos morais e éticos de assuntos científicos, sendo construídas a partir de problemas sociais complexos que envolvem tanto conhecimentos científicos, como, aspectos sociais, culturais, políticos, econômicos e éticos na busca de sua resolução (Zeidler; Nichols, 2009). O uso de questões sociocientíficas tem o potencial de promover um letramento científico crítico e, assim, de formar cidadãos capazes de tomar decisões socioambientalmente responsáveis, reconhecendo seu papel ativo na mudança de valores para um mundo mais justo (Hodson, 2004). De acordo com Silva e El-Hani (2014), ao considerar o papel de conhecimentos científicos em problemas sociais e/ou ambientais e na formação de cidadãos socioambientalmente responsáveis, o uso de questões sociocientíficas no ensino tem o potencial de promover a aprendizagem não somente de ciências, mas também sobre a ciência, as relações CTS, e, as dimensões éticas do trabalho científico. Além disso, conforme ressalta Conrado (2017), a prática de ações sociopolíticas e iniciativas de ativismo são apontadas como objetivo final de uma estrutura curricular condizente com a formação de cidadãos socioambientalmente responsáveis.

A abordagem realizada em continuidade está direcionada ao modelo teórico proposto por Conrado (2017) e Conrado e Nunes (2018) para aplicar pressupostos da educação científica, com enfoque CTSA, pela via da utilização de QSC.

O modelo teórico desenvolvido por Conrado (2017) e Conrado e Nunes Neto (2018) para o uso de questões sociocientíficas em sala de aula visa promover a formação de cidadãos para tomada de decisão e ações sociopolíticas responsáveis, considerando uma perspectiva latino-americana sobre as relações entre CTSA. Em sua unidade básica, sua estrutura é composta por três componentes: um caso sobre uma questão sociocientífica; algumas questões norteadoras; e objetivos de aprendizagem, considerando as dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais dos conteúdos. A figura 1 traz a síntese desse modelo.

FIGURA 1 - Um tipo de representação do modelo teórico para a educação baseada em questões sociocientíficas.



Fonte: adaptado de Conrado e Nunes-Neto (2018).

Conrado e Nunes-Neto (2018) propõem que a promoção da educação CTSA nas aulas de ciências ocorra a partir um tipo questões sociocientíficas decorrentes de temas polêmicos e controversos. De acordo com esses autores:

[...] são problemas ou situações geralmente complexos e controversos, que podem ser utilizados em uma educação científica contextualizadora, por permitir uma abordagem de conteúdos inter ou multidisciplinares, sendo os conhecimentos científicos fundamentais para a compreensão e a busca de soluções para estes problemas. (Conrado; Nunes-Neto, 2018).

Assim como outros autores, como Sá e Queiroz (2010), Lima e Linhares (2008), Velloso *et al.* (2009) e Conrado *et al.* (2012), Conrado e Nunes-Neto (2018) têm vinculado as propostas de ensino baseadas em abordagens sociocientíficas, incluindo QSC, ao estudo de casos.

Os casos são narrativas, construídas como histórias curtas, podendo conter

diálogos e personagens que se aproximam do(s) contexto(s) sociocultural(is) dos estudantes (Conrado, 2013). De acordo com Faraco (1992), essas narrativas possuem alguns elementos constituintes: i) enredo; ii) pessoas ou personagens; iii) lugar da ocorrência dos fatos; iv) narrador; e v) foco narrativo. O foco narrativo se associa ao ponto de vista do narrador, podendo ser um personagem da história ou alguém que não participa da história. Para Santos e Carmo (2015), como recurso didático, as narrativas possibilitam o diálogo e a articulação entre os conteúdos de diferentes áreas do conhecimento, além de suscitar a participação indireta do leitor sobre os fatos, processos e atividades da ciência. Trata-se de um modo de explicitar diferentes interpretações, pontos de vista, crenças e juízos de valor dos estudantes (Conrado; El-Hani; Nunes-Neto, 2015), além de contribuir para a sensibilização e o engajamentos nas atividades (Zeidler *et al.*, 2005; Levinson, 2006).

Zeidler *et al.* (2005) e Kahn e Zeidler (2016) atribuem que, além de aumentar o interesse dos estudantes pela ciência, contextualizada em situações cotidianas, o uso de casos sobre questões sociocientíficas potencializa a promoção de habilidades de pensamento crítico e de desenvolvimento moral. Para esses autores, essa estratégia auxilia na configuração de um ambiente para a promoção de empatia e engajamento, tanto no discurso, quanto na reflexão sobre relações CTSA. Autores com essa linha de concepção recomendam que, para promover adoção de posição dos estudantes e discussão sobre valores envolvidos no caso, tais narrativas precisam direcioná-los a tomarem decisões, discutindo relações CTSA envolvidas (Conrado; Nunes-Neto, 2018). Rachels (2006) e Singer (2011) destacam que, além dos conhecimentos científicos e tecnológicos, e dos conhecimentos não científicos e não tecnológicos, na discussão sobre razões que influenciam a tomada de decisão, o professor pode incluir elementos da ética. Nesse sentido, Conrado (2013) defende que o uso de casos permite observar possíveis tomadas de decisão, que envolverão também os elementos da dimensão atitudinal.

A inclusão de estudo de casos nas abordagens CTSA tem sido bem avaliada. No entanto, quanto a esse aspecto, Conrado (2013) faz uma ressalva sobre o seu uso: o caso, por si só, pode ser mal ou subutilizado para o desenvolvimento de conhecimentos, habilidades e atitudes. A autora enfatiza que, por ser amplo e complexo, um caso pode dificultar o alcance dos objetivos de aprendizagem pelos estudantes. Por isso, na mobilização de determinados aspectos presentes no caso, especialmente dos problemas sociocientíficos, ela e outros autores têm sugerido a

utilização de questões norteadoras, também denominadas de questões orientadoras ou mobilizadoras (Conrado; Nunes-Neto, 2018; Conrado; El-Hani; Nunes-Neto, 2015).

As questões norteadoras constituem o segundo componente do modelo teórico proposto por Conrado (2017) e Conrado e Nunes Neto (2018) para o uso de questões sociocientíficas em sala de aula, em uma educação CTSA. Conrado (2013) associa as questões norteadoras a perguntas sobre o caso e/ou sobre aspectos globais que podem estar incluídos ou relacionados ao caso. Elas orientam a investigação, o desenvolvimento de argumentos e a tomada de decisão pelos estudantes.

As questões norteadoras se constituem como um meio para fomentar processos dialógicos e de argumentação em ambientes de aprendizagem, especialmente quando relacionam o caso aos objetivos de aprendizagem, previamente definidos. Como propõem Fullick e Ratcliffe (1996), as questões norteadoras se aproximam da estratégia de discussões em grupos sobre aspectos que dirigem, de modo equilibrado, a atenção dos estudantes para a natureza do problema e para as suas possíveis soluções. Ainda de acordo com esses autores, elas estimulam um debate crítico acerca dos valores que fundamentam as diferentes soluções.

Conrado *et al.* (2012) e Conrado, Nunes-Neto e El-Hani (2014) indicam o uso de questões norteadoras para mostrar complexidades, múltiplas perspectivas e diferentes escalas, pessoal, local, nacional, global, etc. Elas também podem ter diferentes graus de profundidade sobre a discussão de determinados aspectos do caso. Desse modo, inicialmente, os estudantes poderão responder questões mais gerais sobre o caso, e, se ocorrerem discussões que sugiram o aprofundamento de alguns conteúdos, questões mais específicas poderão ser elaboradas pelos estudantes e/ou sugeridas pelos professores, segundo os objetivos de aprendizagem estabelecidos. As respostas às questões norteadoras/orientadoras podem contribuir para a elaboração de componentes de um argumento sobre o caso.

Conrado, El-Hani e Nunes-Neto (2015) exemplificam algumas questões norteadoras/orientadoras gerais, a serem colocadas pelo professor, segundo apresentado no quadro 1.

Quadro 1 - Exemplos de questões norteadoras gerais para discussão de relações CTSA de um caso sobre uma questão sociocientífica.

Questão norteadora geral	Justificativas para proposição da questão	Objetivo em relação ao estudante
Qual a decisão tomada com relação ao caso? Por quê?	O estudo de casos em sala de aula nem sempre exigirá uma tomada de decisão pelos estudantes, pois a resolução do caso poderia ser simplesmente a compreensão de relações CTSA ou, também, o caso poderia ser utilizado apenas para contextualizar socialmente um tema e aproximar este do estudante, com vistas a aumentar o interesse pelos conteúdos relacionados.	<ul style="list-style-type: none"> • Explicitar a tomada de decisão, contribuindo para seus engajamentos com a questão sociocientífica. • Explicar a tomada de decisão, auxiliando-os na exposição dos conteúdos considerados relevantes e na indicação da relevância do conteúdo aprendido para a resolução de problemas. • Posicionar-se em discussões e explicitação de valores que orientam as decisões e possibilidades de ações sobre o caso.
Que conhecimentos científicos e tecnológicos são relevantes para a compreensão e a tomada de decisão sobre o caso?	Os estudantes não conseguem distinguir os conhecimentos de ciência e tecnologia que devem ser entendidos e aplicados para a compreensão e a solução do caso.	<ul style="list-style-type: none"> • Direcionar explicitamente os estudantes a conteúdos relacionados à ciência e à tecnologia. • Derivar dessa questão geral outras questões mais específicas, que envolvam conteúdos relacionados diretamente com os objetivos de ensino e de aprendizagem do contexto escolar.
Que condicionantes sociais e ambientais são relevantes para a compreensão e a tomada de decisão sobre o caso?	Aspectos culturais, éticos, políticos, econômico s, ambientais influenciam a escolha de determinados conteúdos para a compreensão do caso e caminhos para a solução do caso.	<ul style="list-style-type: none"> • Perceber que apenas conhecimentos científicos e tecnológicos não são suficientes para a compreensão e a resolução de um caso sobre uma questão sócio científica, uma vez que ela envolve questões sociais complexas.

<p>Quais as consequências socioambientais de sua decisão?</p>	<p>Questões éticas e políticas estão envolvidas nas tomadas de decisão e das ações das pessoas, assim como nas suas consequências, tanto para os sujeitos que as tomam quanto para outros seres vivos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Explicitar alguns componentes que poderão ser aprofundados em questões mais específicas, de acordo com os objetivos de ensino e de aprendizagem estabelecidos. <p>Realizar discussões, reflexões e juízo moral sobre as diferentes possíveis consequências de suas decisões.</p> <p>Esse é um exercício interessante que, inclusive, contribui para avaliar se a decisão tomada, de fato, contribui para a resolução do caso.</p>
---	--	---

Fonte: adaptado de Conrado (2017), Conrado, El-Hani e Nunes-Neto (2015).

A discussão sobre questões sociocientíficas em sala de aula é considerada como um dos aspectos contributivos ao desenvolvimento de habilidades relacionadas à capacidade de tomada de decisão. De acordo com Ferraz e Sasseron (2017) e com Santos e Maldaner (2011), a tomada de decisão decorre da necessidade de se desenvolver posturas críticas de julgamento e de criar justificativas para sustentar um determinado ponto de vista. Nesse sentido, entende-se que “[...] são as justificativas que conferem força e validade a um argumento, podendo ser incorporadas por meio de ações orais ou produções escritas, por pessoas situadas em diferentes contextos que articula diferentes evidências de natureza conceitual ou empírica” (Ferraz; Sasseron, 2017, p. 7).

As tomadas de decisão vinculadas a aspectos sociocientíficos permeado por questões ambientais podem ser tomados a partir de vivências em atividades planejadas e desenvolvidas para promover o debate e a reflexão crítica sobre valores, normas, atitudes e pontos de vista. Junto a isso, Filho *et al.* (2013) propõem que as análises do papel da ética no ensino de ciências devem estar articuladas com o fomento do raciocínio lógico e do pensamento crítico. Puig e Jiménez Aleixandre (2014, p. 240) ponderam que isso significa estar “[...] bem informado sobre o tema, e não se limitar às ideias dominantes que reproduzem e legitimam o sistema estabelecido”. Esse tipo de concepção corrobora com as posições de Villa e Poblete com relação ao pensamento crítico:

O pensamento crítico vai mais além das habilidades de análise lógica, já que, como aponta Brookfield (1987), implica colocar em

questão os aparentes subjacentes em nossas formas habituais de pensar e atuar e, com base nesse questionamento crítico, estar preparado para pensar e fazer de forma diferente. Para Moya (2005), o pensamento crítico é o pensamento dos que questionam: por que as coisas são assim?, por que as coisas não podem ser de outro modo?, por que você acredita que as coisas são assim?, por que alguém pode querer que as coisas sejam assim? [...] Em consequência, diremos que uma pessoa desenvolveu a competência de pensamento crítico na medida em que se interroga sobre as coisas e se interessa pelos fundamentos nos quais se assentam as ideias, as ações, os valores e juízos tanto próprios como alheios. (Villa; Poblete, 2007, p.76).

Moya (2016) associa o pensamento crítico ao pensamento das interrogações, relacionadas a questionamento, como: Por que as coisas são assim? Por que as coisas não podem ser de outro modo? Por que você crer que as coisas são assim? Por que alguém pode querer que as coisas sejam assim? Para esse autor, diz-se que uma pessoa tem desenvolvido a competência de pensamento crítico à medida em que ela se interroga sobre as coisas e se interessa pelos fundamentos nos quais se assentam as ideias, as ações, as valorações e os juízos, tanto próprios quanto alheios.

Libanio (2020), discutindo sobre o desenvolvimento do pensamento crítico, destaca que, apesar de ser fundamental respeitar e tolerar diferentes pontos de vista, isso não significa que qualquer e toda decisão deva ser aceita. Tal concepção se alinha com os posicionamentos de Levinson (2006). Esse autor ressalta que, mesmo sendo essencial a abertura para discussão em sala de aula, não se deve propor uma aceitação acrítica em relação aos pontos de vista dos outros, mas submeter a questionamentos todos os pontos de vista possíveis. Além disso, como atenta Conrado (2017), é fundamental também que os estudantes percebam que ética não trata apenas de justificar teoricamente suas decisões, mas de avaliar moralmente ações, com base em valores morais. Caso isso não seja levado em conta, corre-se o risco de saber que se está errado, mas não ser capaz de mudar sua prática (Hodson, 2010).

É importante também discutir sobre os posicionamentos assumidos pelo professor frente a problemas dessa natureza. Especialmente quando se trata de se efetuar um posicionamento neutro ou a uma não tomada de decisão frente a questões controversas. Quanto a esses aspectos, Hodson (2011; 2013) advoga o termo “imparcialidade comprometida”, que significa assumir uma posição, porém sem deixar de considerar mais possibilidades. Deste modo, por um lado, o professor pode se posicionar e se comprometer, mostrando a importância de se assumir

posicionamentos, porém, sem impor sua posição aos estudantes, indicando as possibilidades, da forma mais equilibrada possível. Também, como colocam Colucci-Gray *et al.* (2006), o professor pode considerar argumentos e tolerar outros pontos de vista, numa discussão crítica, com atitudes relacionadas à empatia e à não-violência.

A composição do modelo teórico proposto por Conrado (2017) e Conrado; Nunes-Neto (2018) para o uso de questões sociocientíficas em sala de aula, em uma educação CTSA, articula um terceiro elemento às questões sociocientíficas e às questões norteadoras: a abordagem dos conteúdos. Nesse sentido, com base em Zabala (1998), os conteúdos, os objetos dos processos de ensino e aprendizagem são considerados de um modo multidimensional, com três dimensões: conceitual, procedimental e atitudinal.

Essas três dimensões dos conteúdos passam a ser buscadas a partir da adoção de propostas de ensino baseadas em questões sociocientíficas. No entanto, considerando a formação de indivíduos capazes de tomada de decisão socioambientalmente responsável e ação sociopolítica sobre problemas socioambientais que envolvem a ciência e a tecnologia, a partir de posicionamentos de Hodson (2011; 2013) e Reis (2013), Conrado (2017) e Conrado; Nunes-Neto (2018), também incorporam ao seu modelo três categorias organizadas por Villa e Poblete (2007), que convergem com as de Zabala (1998), as competências: instrumentais, interpessoais e sistêmicas. Dialogando também com Martín (2006), no modelo teórico proposto por Conrado; Nunes-Neto, essas categorias são consideradas capacidades e habilidades, assim caracterizadas:

- **instrumentais**, que são habilidades motoras e cognitivas que possibilitam o exercício da profissão (por exemplo: capacidades de pensamento lógico, planejamento e comunicação verbal e escrita);
- **interpessoais**, que estão relacionadas a atitudes para uma boa convivência social (por exemplo: capacidades para trabalho em equipe e automotivação), o que envolve aprendizagem e prática de virtudes, epistêmicas ou morais (como, por exemplo: racionalidade, precisão semântica, honestidade, responsabilidade, autorreflexão, solidariedade, compaixão, empatia); e
- **sistêmicas**, que podem ser consideradas como aquelas capacidades de compreensão e participação no todo (por exemplo, capacidade de gestão, criatividade e liderança); além do sentido de pertencimento e da ação humana para

a manutenção de um sistema como um todo (por exemplo, uma cidade, uma sociedade, um ecossistema, um planeta).

Os objetivos de aprendizagem nas dimensões CPA são fixados como metas ou resultados esperados, para serem alcançados ou, ao menos, aproximados, pelos estudantes (Conrado *et al.*, 20020). Visando ao estabelecimento de objetivos de aprendizagem para o desenvolvimento de capacidades e habilidades instrumentais, interpessoais e sistêmicas, Conrado; Nunes-Neto (2018) recomendam que se leve em consideração os conteúdos a serem aprendidos em diferentes fases da unidade/intervenção didática. Caso tal opção seja efetivada, recomenda-se que as ênfases dos conteúdos sofram variações ao longo de uma Sequência Didática. Conrado (2017) reforça que todos os conteúdos devem possuir as três dimensões, invariavelmente. Desse modo, segundo Conrado; Nunes-Neto (2018), a variação entre os conteúdos ocorreu na predominância ou na explicitude de uma dimensão sobre as outras. Com isso, em determinados momentos do processo de ensino-aprendizagem, um conteúdo terá uma dimensão conceitual predominante, por exemplo, em atividades de leitura e de definição de termos; em outros momentos, terá destaque a dimensão procedimental, como em atividades de investigação, elaboração de argumentos ou uso de equipamentos; e, em outros, a dimensão atitudinal será a preponderante, por exemplo, em atividades de discussão de legislação e valores morais, emissão de juízo moral, trabalho colaborativo ou organização de ações sociopolíticas.

Uma proposta de ensino ou sequência didática com base nesse modelo proposto por Conrado e Nunes busca alcançar os objetivos CPA de aprendizagem. Para isso, ela se inicia com um caso ou narrativa que expõe uma QSC aos estudantes, de modo desafiador, com controvérsia(s), estabelecendo vínculos com elementos do seu cotidiano, considerando o ambiente de aprendizagem e seus níveis cognitivos, para a qual se solicita uma tomada de decisão. A questão sociocientífica (na forma de um caso) se configura como um ponto de partida para a proposta de ensino ou sequência didática. A mediação ou intermediação entre o ponto de partida e o ponto de chegada (os objetivos CPA de aprendizagem) é algo fundamental no modelo e reside nas interações entre professor(es) e estudantes, em torno das questões norteadoras. As questões norteadoras são perguntas ou instruções aos estudantes, que têm o papel de orientar ou direcionar, de modo mais

ou menos direto, o alcance dos objetivos CPA de aprendizagem, a partir de análise e reflexão sobre o caso.

A utilização desse modelo teórico em sala de aula tem apontado para alguns aspectos vantajosos, entre os quais a observação de possíveis tomadas de decisão envolvendo os elementos da dimensão atitudinal (Conrado, 2017; Conrado; Nunes-Neto, 2018). Junto a outros aspectos positivos, essa característica lança expectativas sobre possibilidades advindas com a utilização desse modelo para a abordagem temática sobre a fraude do mel apícola no ensino-aprendizagem do conteúdo carboidratos.

2.2.3 A fraude do mel apícola no ensino-aprendizagem do conteúdo carboidratos

O mel apícola é um alimento energético e nutritivo, utilizado como suplemento alimentar pelo homem, desde as antigas civilizações (Dantas *et al.*, 2020). No apogeu da civilização grega, era utilizado para embalsamar os mortos e impedir sua putrefação, enquanto os romanos o utilizavam para preparação de bolos e como produto de beleza para mulheres (Darrigol, 1979). Com passar dos anos, esse produto natural ganhou muitas utilizações.

A coleta do mel ocorria inicialmente apenas de forma extrativista e predatória, pela retirada das colmeias dos troncos de árvores (Masson, 1984). Com o passar dos anos, quando os homens se tornaram agricultores, houve a domesticação e um convívio mais racional com as abelhas, voltando-se à produção de mel. Atualmente, quanto à origem apícola, existem dois tipos de méis que são produzidos e comercializados em todo o mundo: o mel tradicional de *Apis mellifera* (abelhas europeias e africanizadas) e o mel produzido por abelhas sem ferrão (Ávila, 2019).

O mel de abelhas é considerado um alimento com vários efeitos terapêuticos (Salgado *et al.*, 2008). Ao longo do tempo, verificou-se uma série de propriedades e/ou indicações de usos para o mel: i) resistência contra o cansaço físico e intelectual; ii) fortalecimento do organismo contra os efeitos do estresse; combate a problemas de saúde, como anemias, anorexia, atraso de crescimento, bronquites, conjuntivites, desnutrição infantil, emagrecimento, hipoglicemia, insônia, má dentição, nefrites, prisão de ventre, queimaduras, tosses, úlceras externas e úlceras gastrointestinais

(Bontempo, 2008). Além da comercialização *in natura*, por causa de suas propriedades, muitas delas farmacologicamente comprovadas, o mel passou a ser comercializado em diferentes tipos de preparações alimentícias e medicamentosas.

A legislação brasileira (BRASIL, 2000) entende por mel:

[...] o produto alimentício produzido pelas abelhas a partir do néctar das flores e de secreções procedentes de partes vivas de certas plantas ou de secreções de insetos sugadores de plantas que vivem sobre algumas espécies vegetais e que as abelhas recolhem, transformam, combinam com substâncias específicas próprias, armazenam e deixam maturar nos favos da colmeia. (BRASIL, 2000)

Desse modo, o mel é um material bem particular, elaborado por determinado tipo de abelhas, as abelhas melíferas, a partir do néctar das plantas. O néctar é recolhido, transportado, transformado em mel e armazenado dentro do favo. Ele é o único adoçante natural que pode ser armazenado e usado exatamente como produzido na natureza (Bianchi, 1979).

No Brasil, a apicultura iniciou-se no período de colonização, com as abelhas europeias trazidas por imigrantes. Entretanto, com a introdução de abelhas africanas, por volta de 1956, ocorreu a revolução da apicultura no país (Rossi *et al.*, 2004). Atualmente, a atividade apícola se apresenta difundida mundialmente e desperta grande interesse em diversos segmentos da sociedade, sendo uma alternativa de ocupação e renda para pequenos produtores, contribuindo para geração de empregos no campo.

O mel é um produto biológico complexo, cuja composição varia dependendo da flora visitada e das condições climáticas (Sodré *et al.*, 2003). Sua coloração está relacionada a diferentes fatores, como: origem floral, tipo de processamento, armazenamento, fatores climáticos ao longo do fluxo do néctar e a temperatura do seu amadurecimento na colmeia (Seemann; Neira, 1988). Sua composição, conseqüentemente, suas propriedades, também são influenciadas por diversos aspectos, tais como: floras melíferas, natureza do solo, raça das abelhas, estado fisiológico da colônia, estágio de maturação do mel e condições meteorológicas. Desse modo, o mel fica sujeito a variações em seu aroma, paladar, coloração, viscosidade e propriedades medicinais (Campos *et al.*, 2000). No entanto, além dessas questões de ordem natural, essas características podem ser modificadas por adulterações, geradas por adição de substâncias de menor valor comercial e

nutritivo. Tal prática ocorre, principalmente, por causa da disponibilidade limitada de oferta e do preço atingido pelo produto, que é relativamente alto, principalmente do mel das abelhas sem ferrão.

O mel é um dos alimentos naturais mais complexos, o único produto natural doce que contém proteínas e diversos sais minerais e vitaminas essenciais à saúde humana (Dantas *et al.*, 2020). Ele constituído por uma variedade de componentes, tais como: enzimas, aminoácidos, ácidos orgânicos, carotenoides, vitaminas, minerais e substâncias aromáticas, principalmente flavonoides e ácidos fenólicos, que atuam como antioxidantes naturais e exibem uma ampla gama de efeitos biológicos (Alqarni *et al.*, 2014). No entanto, apesar de conter outros componentes químicos, além da água, os principais componentes dos méis de abelhas são açúcares, ou seja, determinados tipos de carboidratos. Essa solução concentrada é constituída por 17% de água e 80% de açúcares, basicamente por açúcares simples

- glicose e frutose (açúcares redutores) – e por sacarose (Moreira; Maria, 2001). Esses carboidratos contribuem para muitas características físicas e propriedades dos méis.

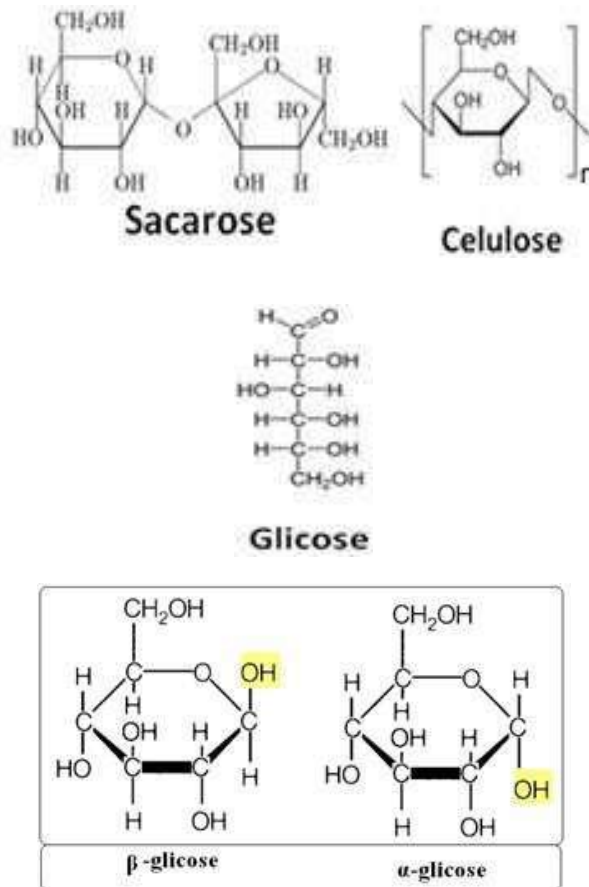
Carboidratos, também chamados de glicídios ou de “hidratos de carbono”, são substâncias formadas de C, H e O na proporção de 1:1, C e H₂O, resultando na fórmula geral C_n(H₂O)_n. Quimicamente, são classificados como poliidroxialdeídos ou poliidroxicetonas (CAREY, 2011) e estão presentes nos organismos vivos. Estima-se que aproximadamente 50% do peso seco da biomassa da Terra corresponda a biopolímeros de glicose (Mcmurry, 2011).

Os carboidratos são divididos em dois grupos gerais: carboidratos simples e carboidratos complexos (Solomons; Fryhle, 2011). Os carboidratos simples possuem uma única unidade de açúcar em sua estrutura, sendo chamados de “monossacarídeos”. Os monossacarídeos recebem dois tipos de classificação, de acordo com: i) o número de átomos de carbono; e ii) a natureza do grupo carbonila que possuem (Mcmurry, 2011). Os monossacarídeos possuem de três a seis átomos de carbono e são chamados, respectivamente, de trioses, tetroses, pentoses e hexoses (Bruice, 2006). Quanto ao grupo carbonila, eles podem ser aldoses (hidroxialdeídos) ou cetoses (hidroxicetonas). Por sua vez, os carboidratos complexos são formados pela união de duas ou mais unidades de monossacarídeos. Quando possuem de dois a dez unidades, são chamados de oligossacarídeos, a partir de

onze unidades são chamados de polissacarídeos

(Mcmurry, 2011). Os carboidratos complexos são convertidos em monossacarídeos quando hidrolisados com água (Solomons; Fryhle, 2011). A figura 2 traz as representações estruturais de alguns carboidratos.

Figura 2 - Representações estruturais de alguns carboidratos importantes.



A origem natural dos carboidratos no mel se deve à reação de fotossíntese, segundo a reação:



As plantas se utilizam do CO₂ e da H₂O, na presença de luz, para produzir glicose, que gera outros carboidratos. Na reação, há a redução do dióxido de carbono a carboidrato, uma vez que o hidrogênio da água é usado para reduzir o CO₂ e o oxigênio é despreendido como um gás. Os produtos da fotossíntese são a D-glicose (6 carbonos) e os seus derivados, incluindo oligossacarídeos e polissacarídeos (Mcmurry, 2011).

A glicose, também chamada de glucose ou dextrose (nome comercial), é um monossacarídeo, constituindo-se no carboidrato mais importante para os seres vivos (Solomons; Fryhle, 2011). É um cristal sólido de sabor adocicado, de fórmula molecular $C_6H_{12}O_6$, encontrado na natureza na forma livre ou combinada. As células a utilizam como fonte de energia e intermediário metabólico, e ela inicia a respiração celular em procariontes e eucariontes (Lehninger *et al.*, 2014).

A glicose é uma aldose e tem as propriedades químicas e realiza as reações de um aldeído. Na natureza, os mono e dissacarídeos aparecem na forma estável que é a forma cíclica, porém, são potencialmente ativos (Carey, 2011). Por exemplo, se houver a ruptura da ligação hemiacetálica por efeito de um álcali, o anel se rompe e a molécula fica aberta e com um grupamento redutor. Assim, a glicose é passível de reagir, ou se torna capaz de ser oxidada. Em consequência dessas características, ela participa das reações de escurecimento não enzimático e, em alimentos alcalinos, tem o anel rompido e reage (Mcmurry, 2011). Testes em mel se baseiam nessas características da glicose e de outros monossacarídeos.

As propriedades do açúcar na forma redutora são diferentes das do açúcar na forma não redutora, o que fará com que a utilização destes açúcares nos alimentos seja feita em função dessas propriedades (Solomons; Fryhle, 2011). Passos *et al.* (2018) trazem uma descrição do teste para se determinar açúcares redutores presentes num determinado alimento ou amostra líquida, via reação com solução de Fehling (tartarado cúprico alcalino). Nesse caso, promove-se o rompimento da cadeia com um álcali. O açúcar redutor reduz o íon cúprico a óxido cuproso dando um precipitado vermelho. Experimentalmente, a solução de Fehling (ácido tartárico + cupritartarato + NaOH = tartarato cúprico alcalino) é colocada em bureta e a solução de açúcar é titulada até descoloração, usando azul de metileno como indicador.

Outro processo importante na química dos carboidratos envolve o açúcar invertido, a partir da sacarose (Mcmurry, 2011). A hidrólise da sacarose é feita pela enzima frutofuranosidase, que rompe a sacarose e libera uma molécula de glicose e uma de frutose (Carey, 2011). Então, o açúcar não redutor passa a redutor. O nome invertido se deve a uma propriedade física dos açúcares (Bruice, 2006). Assim, conforme a capacidade desse açúcar, de uma vez colocado em um polarímetro desviar a luz polarizada para a direita ou para a esquerda ele foi dextrorrotatório ou (d) ou (+) ou foi levorrotatório ou (l) ou (-) (Mcmurry, 2011).

O plano de luz polarizada tem os lados direito e esquerdo girando num campo elétrico sobre um eixo de propagação de comprimento de onda. A força de rotação óptica serve para a análise de açúcares (Bruice, 2006). Uma solução de açúcar tem no polarímetro uma rotação específica, que depende da concentração do açúcar, da temperatura e do comprimento de onda da luz. Na reação, a sacarose que é um açúcar dextrorrotatório, ou seja, capaz de desviar a luz polarizada para a direita, da ordem de $+65,5^\circ$, após a hidrólise dará uma molécula de glicose, também dextrorrotatória na base de $+52,5^\circ$ e uma frutose, que é levorrotatória (desvio para a esquerda) da ordem de -92° (Solomons; Fryhle, 2011). A estrutura do anel da D-frutose favorece a rotação para a esquerda. A somatória é negativa, então se diz que o açúcar inverteu o ângulo de rotação. No polarímetro, é possível determinar se o açúcar foi invertido. A enzima recebe o nome de invertase.

A inversão da sacarose também pode ser obtida por efeito químico (Francisco Júnior, 2008). Na indústria, o uso de ácidos torna mais barato o processo, mas o uso de enzimas permite mais rapidez. Normalmente, a obtenção industrial de glicose pode ser feita: a) por aquecimento de xarope (sacarose em solução) com adição de ácido; b) a frio, com adição de ácido forte; c) usando enzimas sem aquecimento elevado, até $80-90^\circ\text{C}$ (Ferreira *et al.*, 2001). A velocidade da reação depende da condutividade elétrica e da afinidade química do ácido. Os ácidos mais usados são: hidrolórico, fosfórico, cítrico, málico e acético (Ferreira *et al.*, 2009). Para se produzir o açúcar invertido, toma-se como base a força de ionização do ácido, fixando o $\text{HCl} = 100$. A escolha do ácido depende da finalidade da utilização do produto onde o açúcar invertido foi usado, para que haja mais compatibilidade. Por exemplo, os ácidos cítrico e fosfórico são componentes de bebidas (Francisco Júnior, 2008).

Os carboidratos exemplificam a importância do tratamento químico e biológico em muitas temáticas contidas no currículo o ensino médio. A abordagem do conteúdo carboidratos na química do ensino médio é historicamente associada os conteúdos curriculares vinculados à química orgânica (Passos *et al.*, 2018; Francisco Júnior, 2008). Ela tem seguido um tradicional tratamento químico-orgânico que se desenvolveu baseado na construção de um currículo propedêutico, com muitas similaridades às organizações efetuadas pelos livros didáticos utilizados nas universidades (Marcelino-Jr, 2014). Porém, assim como vem sendo recomendado aos demais conteúdos escolares, especialmente a partir da última década do século XX (BRASIL, 2017, 2009, 2004), tem-se alertado sobre a necessidade da promoção de

mais ênfase na contextualização do conhecimento escolar em torno das biomoléculas.

Recomenda-se que as abordagens superem os enfoques superficiais e tediosos, centrados em enfoques memorísticos de nomes e estruturas químicas, e distanciadas da realidade vivenciada pelos estudantes (Alcântara; Moraes Filho, 2015). Ao mesmo tempo, destaca-se a importância de que o ensino-aprendizagem em biomoléculas abranja diferentes estratégias e a utilização de recursos didáticos variados (BRASIL, 2018; 2009). Nesse sentido, a inclusão de abordagens éticas vinculadas a aspectos sociocientíficos envolvendo os méis de abelhas nativas pode ser uma possibilidade promissora.

As abelhas popularmente chamadas de abelhas sem ferrão, abelhas nativas ou abelhas indígenas são abelhas sociais, com aproximadamente quatrocentas espécies descritas no planeta (Barbosa *et al.*, 2017). Elas ocorrem naturalmente em grande parte das regiões tropicais da Terra, ocupando praticamente toda a América Latina e África, além do sudeste asiático e norte da Austrália, onde existem em menor diversidade (Camargo; Pedro, 2007; Michener, 2013; Villas-Bôas, 2012).

As abelhas sem ferrão vivem em colônias e se caracterizam por apresentar o aparelho ferroador atrofiado (Cella *et al.*, 2018). Neste grupo de abelhas, o ferrão está presente apenas nas fêmeas, porém é muito reduzido (vestigial), como resultado de uma modificação do aparelho ovipositor, e não funciona como estrutura de defesa (Nascimento *et al.*, 20013). Todas as abelhas do sexo masculino são completamente sem ferrão (Michener, 2013).

As abelhas da subfamília Meliponinae (Hymenoptera, Apidae) estão agrupadas taxonomicamente em uma tribo apenas, “Meliponini”, com 32 gêneros, sendo o gênero *Melipona* o único que apresenta um processo diferenciado dos demais para a produção de rainhas (CAMARGO *et al.*, 2017). Esse gênero engloba inúmeras espécies produtoras de mel que vêm sendo criadas há centenas de anos pelos povos tradicionais da América do Sul, América Central e Ilhas do Caribe (Martini *et al.*, 2015).

A tribo Meliponini consiste apenas do gênero *Melipona*, cujas espécies são encontradas exclusivamente nos Neotrópicos e incluem diversas espécies como: mandaçaia (*Melipona quadrifasciata* Lepeletier, 1936), urucu-verdadeira (*M. scutellaris* Latreille, 1811), urucu-boca-de-renda (*M. seminigra* Friese, 1903), urucu-amarela (*M. mondury* Smith, 1863), guaraipe (*M. bicolor* Lepeletier, 1836) e manduri (*M. marginata* Lepeletier, 1836); a tribo Trigonini é representada por vários gêneros e possui espécies como: jataí (*Tetragonisca angustula* Latreille, 1811), mirins (*Plebeia*

sp., 1900), borá (*Tetragona clavipes* Fabricius, 1804), irapuá (*Trigona spinipes* Fabricius, 1793), tubuna (*Scaptotrigona depilis* Moure, 1950), marmelada (*Frieseomelitta* sp., 1902), mombucão (*Cephalotrigona capitata* Smith, 1854), Caga-fogo (*Oxytrigona tataíra* Smith, 1863) (Nogueira-Neto, 1997). Conforme acontece com as plantas, há muita confusão sobre os nomes populares das abelhas sem ferrão. Waldschmidt *et al.* (2002) destacam que, além do fato de que novas espécies de abelhas serem constantemente sendo descobertas, muitas dessas abelhas têm variações linguísticas regionais.

As abelhas desempenham um papel fundamental em vários ecossistemas e têm sido cada vez mais destacadas como o principal agente responsável pela polinização de muitas espécies de plantas nativas e cultivadas; também asseguram a manutenção da variabilidade genética, produtividade e qualidade de muitos frutos (Bartelli; Nogueira-Ferreira, 2014). As abelhas nativas e as matas possuem estreitas relações ecológicas, o que as tornam dependentes umas das outras (Thomazini; Thomazini, 2000). A polinização é fundamental para o desenvolvimento e o êxito dessas relações. Há uma relação ecológica mutualística na polinização entre animais e plantas, uma ação interespecífica, entre indivíduos de espécies diferentes. Conforme acontece com os demais polinizadores vivos, ao coletarem o néctar, uma solução açucarada, entre as flores, as abelhas levam os grãos de pólen (aderidos em seus corpos) para outras flores (Foguel, 2019).

As abelhas sem ferrão diferem morfologicamente das do gênero *Apis* e, além da ausência de ferroada e da menor agressividade, elas diferem em muitos outros aspectos (Nogueira-Neto, 1997). Os ninhos da maioria das abelhas sem ferrão são encontrados em cavidades de troncos, galhos e raízes de árvores, em casas de formigas inativas ou vazias e em ninhos de cupins, e constroem suas colmeias em posição horizontal (Roubik, 1989). Os ninhos são muito diversificados quanto à estrutura, entretanto, apresenta um padrão base, consiste a sua estrutura principalmente pela área de cria e os potes de armazenar alimento (mel e pólen) e por estrutura auxiliares como a entrada e túnel de ingresso, invólucro e o batume (Nogueira-Neto, 1997; Michener, 2013).

Todas as espécies de Meliponina são eussociais, isto é, vivem em colônias constituídas por muitas operárias, algumas centenas, ou milhares, conforme a espécie. As fêmeas nascem a partir de ovos fecundados enquanto os machos de ovos não fecundados, produzidos por rainhas ou operárias (Martini *et al.*, 2015).

A rainha é responsável pela postura de ovos, os quais dão origem às fêmeas, tanto rainhas quanto operárias e a, pelo menos, parte dos machos, pois em diversas espécies parte dos machos é filho das operárias. Comumente uma colônia possui apenas uma rainha poedeira, apesar de em algumas poucas espécies poder ser encontrada mais de uma. As operárias são responsáveis pelos trabalhos realizados na colônia como o cuidado com a cria, produção de cera, construção das estruturas do ninho, limpeza, desidratação do néctar, defesa e coleta de materiais (Nogueira-Neto, 1997; Roubik, 2006). Machos são produzidos em grande número em determinadas épocas do ano e, além de fecundar as rainhas durante o voo nupcial, podem realizar, esporadicamente, algumas tarefas dentro da colônia. Normalmente, alguns dias após saírem da célula de cria após o término do desenvolvimento, os machos são expulsos da colônia (Kerr *et al.*, 1996).

As rainhas não fecundadas são chamadas de virgens ou princesas e estão sempre disponíveis nas colônias para uma eventual substituição da rainha poedeira em caso de morte, mas também podem sair para um ninho novo no caso de enxameação (Silva *et al.*, 2014). Muitas vezes observam-se nuvens de centenas de machos agrupados nas proximidades da entrada do ninho que sinalizam o período reprodutivo, ou seja, refletem a existência de rainhas virgens prestes a acasalar (Nogueira-Neto, 1997; Martini *et al.*, 2015). Nos meliponíneos após a cópula, a genitália do macho fica presa à da fêmea, obstruindo sua abertura genital, sendo removida após alguns dias (Kerr *et al.*, 1996). Esse mecanismo impede um novo acasalamento.

As abelhas nativas sem ferrão apresentam seletividade floral e percorrem distâncias mais curtas na colheita (Michener, 2013b). Assim como fazem para o pólen, elas fabricam potes de cera, em vez de favos, para armazenar o mel (Nogueira-Neto, 1997).

Os méis produzidos pelas abelhas nativas também diferem das do gênero *Apis*, tanto em termos de cor, sabor e viscosidade (Foguel, 2019). Cada espécie nativa produz um tipo de mel com valor medicinal (Santos, 2008). Eles são conhecidos por

suas doçuras distintas e texturas finas, misturadas com um sabor

ácido (Biluca *et al.*, 2016; Jimenez *et al.*, 2016). Como possuem um teor de umidade mais alto, apresentam uma textura mais fluida e uma cristalização lenta que o mel da Apis (Almeida-Muradian, De *et al.*, 2014; Biluca *et al.*, 2016). Essas características tornam os méis das abelhas sem ferrão muito diferentes do tradicional e mais conhecido produto da apicultura (Zuccato *et al.*, 2017).

O mel possui uma assinatura química, que é fortemente associada à sua fonte botânica, à área geográfica, às condições ambientais, às espécies de abelhas envolvidas na sua produção e às condições de armazenamento (Costa *et al.*, 2018). Desse modo, o aroma, a cor, a acidez e a viscosidade do mel expressam características químicas da região de origem, como o solo, o clima e as flores que as abelhas visitam. Todo esse conjunto acaba por construir o *terroir*, ou seja, a expressão única da região em que o mel foi produzido, assim como acontece com os vinhos e os queijos (Conceição *et al.*, 2018). Além disso, conforme informado anteriormente, cada espécie de abelha produz mel com sabor distinto. Isso é válido para as abelhas nativas, assim, exemplo, enquanto a jataí, produz um mel doce e delicado, a uruçucinza e a uruçu-amarela entregam um produto doce, com tons de amêndoas e corpo ácido (Segeren; Mulder, 1996).

As abelhas sem ferrão coletam e modificam quimicamente os néctares florais da rica vegetação de ambientes nativos, com substâncias específicas próprias, provenientes tanto de suas secreções salivares, das glândulas no abdômen, quanto de suas glândulas cefálicas (Elias-Santos *et al.*, 2013). O mel é armazenado nos potes localizados no interior das colônias e deixado para amadurecer no interior da colônia, com ajuda da fermentação por microrganismos benéficos (Chuttong *et al.*, 2016a). O resultado desse processamento natural é uma solução açucarada singular, com acidez, doçura e valor medicinal peculiares (Abd Jalil *et al.*, 2017).

Os méis das abelhas nativas sem ferrão são altamente apreciados por causa de suas excelentes qualidades sensoriais, como os seus sabores característicos. No entanto, elas produzem e armazenam muito menos mel por colmeia, média de 1-5 kg de mel por ano, dependendo da espécie, em comparação com as abelhas *A. mellifera*, que são líderes mundiais na produção de mel, com uma média de 20 kg de mel por colmeia (Chuttong *et al.*, 2016a). Por outro lado, seu preço é significativamente maior em relação ao mel de *A. mellifera* (Zuccato *et al.*, 2017).

O conhecimento sobre os méis de abelha sem ferrão ainda é limitado e contribui

para que o produto ainda não esteja incluído nos padrões internacionais para esse tipo de derivado apícola (Chuttong *et al.*, 2016b). Isso tem contribuído para que ainda não esteja regulamentado pelas autoridades responsáveis pelo controle de alimentos. O baixo nível de produção comercial, o conhecimento limitado sobre o produto e a ausência de padrões de controle de qualidade estão entre os principais fatores contributivos para que a produção de mel de abelhas sem ferrão ainda seja bem restrita, quando comparada com o mel de *A. mellifera*, e que sua competitividade seja prejudicada tanto nos mercados brasileiro e internacional (Costa *et al.*, 2017).

O mel é uma solução concentrada de açúcares redutores, com frutose e glicose representando a maior proporção de sua composição. Apesar do alto nível de frutose relatado, os MASF podem conter níveis mais baixos de açúcares redutores quando comparados aos padrões de mel de *A. mellifera* (Biluca *et al.*, 2014 2016; Chuttong *et al.*, 2016a). Nessa direção, Sousa *et al.* (2016) verificaram que amostras desses méis apresentaram o teor de açúcar total de pouco mais de 50,0 g/100g, onde a frutose era o tipo de açúcar presente em maior quantidade, depois vem a glicose, seguida da sacarose. Biluca *et al.* (2016) relataram teor de açúcar redutor em 67% das amostras brasileiras de MASF (n = 33) similar ao mel de *Apis mellifera*, com média de 62 g/100g. No entanto, outro estudo de Chuttong *et al.* (2016a), indicou uma média inferior a 60% para o teor de açúcares redutores de todas as amostras analisadas (n = 28). Esses dados sugerem que o perfil de açúcar do mel das abelhas sem ferrão pode variar de uma região para outra, dependendo das espécies florais predominante naquela região (Se *et al.*, 2018).

A cristalização do mel é considerada uma das garantias de sua pureza, pois a cristalização não modifica suas propriedades, podendo o mel ser ingerido mesmo cristalizado, devido à permanência e manutenção intactas de suas vitaminas e enzimas (Martini, 2010). Os açúcares presentes no mel são responsáveis pela cristalização. Ela é determinada pelas relações de frutose e glicose (F/G) e glicose e água (G/A), sendo que méis que comportam baixa relação glicose/água ou que apresentam altos teores de frutose não cristalizam facilmente. De acordo com Balloni (1999, p. 1): “A cristalização ocorre pela separação da glicose, que é menos solúvel em água do que a frutose, sendo que os cristais de mel podem se finos ou grossos, dependendo da origem orgânica ou nectária”. Portanto, sendo menor essa relação glicose e água, assim também foi a tendência do mel em sua cristalização,

porque, a aceleração na formação de cristais ocorre a partir da evaporação da água contida no mel.

O teor de água é considerado uma das características mais importantes do mel, pois afeta várias de suas características, como viscosidade, peso específico, maturidade, sabor e cristalização (Nascimento *et al.*, 2015). A quantidade de água presente no mel também é importante pois a frutose tem uma maior solubilidade na água do que a glicose (Escuredo *et al.*, 2014). O tempo necessário para o mel cristalizar depende principalmente da proporção de frutose e glicose (F/G). O mel com uma razão superior a 1,3 pode permanecer fluido durante mais tempo (Sousa *et al.*, 2016).

A legislação estabelece que o mel de *Apis* não deve conter mais de 20 g de umidade/100g de mel (BRASIL, 2000). Porém, os méis de abelhas nativas apresentam maior teor de umidade que as africanizadas, mesmo quando são produzidas na mesma região (Evangelista-Rodrigues *et al.*, 2005). Pesquisas com méis produzidos por diferentes espécies de abelhas sem ferrão mostraram variações no teor de água variou de 24 a 47 g/100g (Sousa *et al.*, 2016; Chuttong *et al.*, 2016a; Biluca *et al.*, 2016). Essa característica pode estar relacionada à umidade de ambientes tropicais, em que é difícil extrair néctar com baixo teor de água, além de outros fatores como coleta de néctar de flores rasteiras e frutos maduros ricos em água, ou mesmo por causa das características das diferentes espécies de abelhas (Ramón-Sierra *et al.*, 2015).

A atividade da água (a_w) é um parâmetro que foi recentemente adotado para mel (Anacleto *et al.*, 2009). A atividade de água necessária para o desenvolvimento de microrganismos é abaixo de 0,98 e depende da classe de microrganismos (em torno de 0,7 para bolores; 0,8 para leveduras e 0,9 para bactérias). Para ser considerado seguro em relação à fermentação, o MASF deve níveis de atividade de água acima de 0,6, valores a partir do qual as leveduras osmofílicas são capazes de crescer, sobreviver e sejam ativos, para que eles possam fermentar naturalmente dentro da colmeia (Zuccato *et al.*, 2017).

O valor da acidez, o número de íons hidrogênio presentes em uma substância na forma de ácido fixo ou volátil, corresponde ao balanço de ácidos orgânicos presentes no mel e também pode ser devido à fermentação de açúcares a álcool, por microrganismos, e posterior oxidação a ácidos carboxílicos (Ramón-Sierra *et al.*, 2015; Sousa *et al.*, 2016). Há relatos que MASF de diferentes fontes florais e/ou

espécies apresentaram valores de acidez em acordo com aqueles estabelecidos para os padrões de mel, com as faixas de pH encontradas no mel das abelhas sem ferrão foram de 3,1 a 5 a 6,6 (Biluca *et al.*, 2016; Chuttong *et al.*, 2016b; Sousa *et al.*, 2016). Entre os diferentes fatores contributivos para a acidez, as substâncias mandibulares das abelhas, como enzimas (proteases, lipases e lactases) e proteínas, que são adicionadas ao néctar durante o transporte até a colmeia, também podem alterar o pH do mel (Elias-Santos *et al.*, 2013; Karabagias *et al.*, 2017).

A obtenção dos parâmetros físico-químicos e biológicos desses méis é importante não só para a caracterização da diversidade das espécies de Meliponinae, mas também para garantir a qualidade do produto no mercado (Nascimento *et al.*, 2015). A falta de dados sobre as composições de méis de abelhas sem ferrão também contribui para o combate a outro dos principais problemas dessa atividade: a adulteração (Zuccato *et al.*, 2017).

A ação de fraudadores sobre o mel é antiga. Doner (1991) comenta que, entre os alimentos presentes na dieta humana, o mel sempre foi alvo de adulterações. Ele é de fácil adulteração com açúcares ou xaropes (Evangelista-Rodrigues *et al.*, 2005), além de outros aditivos químicos para obtenção da viscosidade (Salgado *et al.*, 2008). Para se obter artificialmente uma coloração desejada, frequentemente se utiliza a “tintura de iodo” e/ou mercúrio cromo, veículos que contêm substâncias tóxicas para o organismo (Meireles; Cançado, 2013).

De acordo como o Codex Alimentarius (2001) e outros padrões internacionais como proposto pela Comunidade Europeia, o mel não deverá ter adição de qualquer ingrediente ou ser removido de constituintes, em particular (por exemplo, o pólen), além de não incorporar sabor, aroma ou materiais estranhos durante o processamento e estocagem. No Brasil, concordando com as práticas internacionais, a legislação que trata da produção e da comercialização do mel determina que seja expressamente proibida a utilização de qualquer tipo de aditivos (BRASIL, 2000; Anacleto, 2007). No entanto, conforme exposto anteriormente, a composição físico-química no mel pode sofrer variações, por causa de variações, como às relacionadas às condições climáticas, à espécie de abelhas, aos tipos de florada, ao processamento e ao armazenamento. Apesar de ao mel não poderá ser adicionado de açúcares e/ou outras substâncias que alterem a sua composição original, essa prática fraudulenta continua sendo realizada (Fonseca *et al.*, 2006).

A fraude alimentícia no mel ocorre de diferentes formas visando aumentar o lucro com a venda do “produto apícola”, conforme verificado com a adição de água, amidos e glicose no mesmo (Aguiar, 2018). Uma forma bastante utilizada de adulteração de sabor e de viscosidade do mel envolve o emprego do caldo de cana-de-açúcar, que é levado ao fogo para concentrar o açúcar e, em seguida, clarificado com aditivos químicos, para ser adicionado ao mel (Rossi *et al.*, 1999). Usualmente, o processo de adulteração é feito com a adição de açúcares comerciais, como glicose comercial, solução ou xarope de sacarose, melado e solução de sacarose invertida, o amido e as dextrinas. (Albuquerque *et al.*, 2021). Esses últimos produtos têm como fonte principal o milho.

A detecção de açúcar comercial ou açúcar invertido era feita pela quantificação de hidroximetilfurfural (HMF), composto resultante da degradação de hexoses (Arauco, 2005). O HMF pode ser encontrado no mel, em pequena quantidade, além de poder ser resultado do superaquecimento do produto e estocagem prolongada. No mel adulterado seu percentual é maior.

Um novo tipo de adulteração ao mel começou a ser realizado nos Estados Unidos, a partir da década de 1970: a adição de *High Fructose Corn Syrup* (HFCS) (White Junior; Doner, 1978). A *High Fructose* é um produto com baixo custo de produção, obtido a partir de tratamento enzimático do xarope de milho, que possui glicose e frutose como os principais elementos de sua composição.

As adulterações de substâncias aos méis podem incorrer em danos ao produto e à saúde dos consumidores. Um exemplo está na adição de glicose. A glicose é o monossacarídeo responsável pela granulação do mel. Com a precipitação de açúcares, há o aumento do teor de umidade na fase líquida, o que estimula o desenvolvimento de leveduras osmofílicas, microrganismos que podem provocar a fermentação natural e se tornarem perigosos se produzirem metabólitos tóxicos, tornando o produto impróprio para o consumo (Medeiros; Souza, 2016).

A adulteração de méis de abelhas sem ferrão pode favorecer o diálogo entre o conhecimento científico relacionado aos carboidratos e os fatos presentes no cotidiano dos estudantes, tanto nos contextos mais próximos quanto no mundo. Conforme recomendado nos documentos oficiais, inclusão dessa temática ética pode contribuir para tornar as aulas de química mais atrativas é por meio da problematização, estimulando a discussão, reflexão e uma apropriação do conhecimento voltados a

capacitar os estudantes a resolverem problemas (BRASIL, 2017; 2004). Com isso, visando atingir os desafios didáticos lançados aos professores de química do ensino médio na abordagem do cotidiano, com uma proposta dessa natureza.

Não se procura uma ligação artificial entre o conhecimento químico e o cotidiano, restringindo-se a exemplos apresentados apenas como ilustração ao final de algum conteúdo; ao contrário, o que se propõe é partir de situações problemáticas reais e buscar o conhecimento necessário para entendê-las e procurar solucioná-las. (BRASIL, 2002, p. 93).

Diferentes caminhos didáticos têm sido utilizados na operacionalização de propostas centradas na problematização vinculada à contextualização da aprendizagem, tais como: sala de aula invertida, sala de aula compartilhada, aprendizagem por projetos, ensino híbrido e criação de jogos (Bacich; Moran, 2018). Nessa direção, uma metodologia que tem apresentado resultados interessantes é o uso de sequências didáticas investigativas, qual se gera uma expectativa na organização e desenvolvimento do ensino-aprendizagem do conteúdo carboidratos, com tratamento ético, com base na temática a adulteração de méis de abelhas nativas sem ferrão. Esse tipo de perspectiva ressalta a possibilidade da inclusão de aspectos relacionados às questões sociocientíficas.

2.3 SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA SOBRE A FRAUDE DE MÉIS DE ABELHAS NATIVAS SEM FERRÃO COMO UMA ESTRATÉGIA PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM DO CONTEÚDO CARBOIDRATOS

A adulteração dos méis de abelhas nativas sem ferrão é um problema que envolve não apenas os conhecimentos químicos e faz parte de um contexto mais amplo, um contexto socioambiental. Esse tipo de fraude se relaciona diretamente com problemas socioambientais atuais e, assim como ocorre no tratamento de outros problemas (Hempel, 2014; Savin-Baden; Major, 2004), é um tipo de atividade que exemplifica a necessidade da formação de indivíduos comprometidos, responsáveis e capazes de participar ativamente para enfrentá-los. Adicionalmente, esse é um problema sociocientífico cuja a redução ou a solução não é suficiente apenas pelo emprego de conhecimentos acumulados, sejam científicos, tecnológicos e/ou filosóficos (Conrado, 2013).

A aprendizagem com ênfase apenas em conceitos e procedimentos, e negligenciando valores e normas/atitudes gera dificuldades gera dificuldades

adicionais para se cumprir uma formação adequada de cidadãos no contexto da educação científica de interação social (Noss, 2007). Conrado (2013) destaca que nesses processos educativos tradicionais-tecnicistas não há reconhecimento da complexidade e da multidimensionalidade dos conteúdos e dos objetivos educativos. Para essa autora, eles são insuficientes para uma compreensão ampliada da inserção e da aplicação de conhecimentos e informações fins sociais em determinados contextos.

As estratégias e os métodos de ensino com ênfase apenas em conceitos e procedimentos também não permitem questionar os próprios conhecimentos científicos e tecnológicos, nem suas necessidades e relações na sociedade, assim como os interesses e ideologias envolvidos (Guimarães *et al.*, 2006). Desse modo, caso uma abordagem sobre fraudes de méis se volte a apenas aspectos conceituais e técnicos da ciência, terá uma contribuição limitada para o alcance do objetivo da educação científica voltada ao preparo de cidadãos responsáveis, inclusive socioambientalmente responsáveis. Portanto, é necessário a utilização de estratégias didáticas capazes de promoverem um ensino-aprendizagem de química que também envolva valores, relacionados a aspectos éticos, políticos, econômicos e ambientais.

2.3.1 Sequências didáticas com enfoque CTS

Sequência Didática (SD) é um tipo de proposta que possui uma ampla discussão no campo acadêmico, com diferentes compreensões epistemológicas. Por exemplo, de acordo com Leal, Miranda e Casa Nova (2019), uma SD se refere ao conjunto de atividades planejadas pelo docente, etapa por etapa, abordando estratégias de ensino diversificadas. Assim como Silva, Catão e Silva (2020), diferentes autores consideram que a SD representa uma possibilidade de ação pedagógica sobre um conteúdo específico que, ao ser discutido em sala de aula, possibilita ao discente uma melhor compreensão dos assuntos considerados mais difíceis. A diversidade é extensa então se objetiva discutir todas as concepções de SD presentes na literatura. Aqui, busca-se esclarecer o entendimento assumido para a SD como uma das diferentes formas de organização da prática pedagógica para o desenvolvimento de um ensino investigativo, conforme almejado nesta proposta.

As SD também podem ser vistas como “[...] certo número de aulas planejadas e analisadas previamente com a finalidade de observar situações de aprendizagem, envolvendo os conceitos previstos na pesquisa didática” (Pais, 2002, p. 102). Ao mesmo tempo, um dos objetivos dessas pesquisas é que os professores apliquem as SD nas salas de aula no ensino de ciências e de química, conforme se espera que seja uma das contribuições deste trabalho.

Um fundamento mais amplo tomado nesta pesquisa está em concordância com Zabala (1998, p. 18), que considera a SD “[...] um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos”. Para Zabala (1998, p. 20, grifo do autor),

[...] as sequências de atividades de ensino/aprendizagem, ou sequências didáticas, são uma maneira de encadear e articular as diferentes atividades ao longo de uma unidade didática. Assim, pois, poderemos analisar as diferentes formas de intervenção segundo as atividades que se realizam e, principalmente, pelo sentido que adquirem quanto a uma sequência orientada para a realização de determinados objetivos educativos. As sequências podem indicar a função que tem cada uma das atividades na construção do conhecimento ou da aprendizagem de diferentes conteúdos e, portanto, avaliar a pertinência ou não de cada uma delas, a falta de outras ou a ênfase que devemos lhe atribuir.

Para esse autor, a importância na definição dos conteúdos de aprendizagem e o papel das atividades que são propostas em uma SD envolve as dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais. Essa é uma distinção artificial e metodológica, que reforça como essas três dimensões estão intimamente entrelaçadas.

A dimensão conceitual dos conteúdos refere-se predominantemente a um campo epistemológico e pode ser compreendida, inicialmente, a partir de três categorias: fatos, conceitos e princípios. Fatos são informações e eventos de natureza empírica: acontecimentos, dados e fenômenos concretos, particulares ou padrões gerais. Em geral, não precisam ser necessariamente compreendidos, sendo suficiente a repetição para memorizá-los e integrá-los às estruturas de conhecimentos do estudante. São exemplos de fatos: na anatomia, os nomes de músculos; na evolução, o ano da publicação da obra “A Origem das Espécies”; na geologia, a classificação das rochas; e na química, o número atômico do elemento hidrogênio.

Os conceitos se referem. Segundo Zabala (1998, p. 42), eles correspondem ao “[...] conjunto de fatos, objetos ou símbolos que têm características comuns”. Por causa dos diferentes significados que pode assumir, a depender dos contextos particulares, um conceito deve ser entendido como um termo com seu significado preciso. Os conceitos encerram uma generalização. São categorias teóricas que se referem a um conjunto amplo de eventos, fenômenos ou fatos, ao invés de um particular.

Os princípios se referem, conforme Zabala (1998, p. 42), às “[...] mudanças que se produzem num fato, objeto ou situação em relação a outros fatos, objetos ou situações”. Os princípios são componentes importantes de teorias, modelos, generalizações ou normas naturais (como as regularidades naturais, em forma de lei, como a lei ou princípio da conservação da energia). Eles devem ser compreendidos também com relação aos objetivos da ciência, atuando como elementos teóricos que possibilitam explicações, previsões e descrições de fatos.

Os fatos são elementos concretos; os conceitos e princípios, abstratos. Por isso, conceitos e princípios necessitam ser compreendidos, especialmente quanto a seu significado, e não meramente memorizados, pelos estudantes. Essa compreensão pode ser facilitada a partir da mobilização em situações concretas nas quais conceitos e princípios são necessários, por exemplo: o desenvolvimento de explicações científicas com articulação de diferentes fatos, conceitos e princípios ou a interpretação de fatos novos (Conrado, 2013).

A dimensão procedimental dos conteúdos se refere predominantemente a um campo metodológico. Ela pode ser compreendida a partir de três categorias: técnicas, procedimentos e métodos. Procedimentos representam ações, cognitivas e motoras, ordenadas, para se alcançar um fim determinado, com base em técnicas consensualmente aceitas (Zabala, 1998). São exemplos de procedimentos: elaboração de um argumento; construção de um gráfico; e confecção de uma maquete. As técnicas são as atividades necessárias para se realizar um procedimento. São exemplos de técnicas: resenha de uma obra, a partir do destaque de pontos principais; análise de um argumento, por meio de sua estrutura; seleção de materiais, conforme palavras-chave do assunto; realização de medidas com régua; classificação de elementos em um conjunto, com base em algum critério. Os métodos representam uma perspectiva mais geral de uma ação, que envolve técnicas e

procedimentos variados. Eles se assumem como categorias específicas, de acordo com seus objetivos. De acordo com Conrado (2013), dentro de uma organização hierárquica: os métodos podem ser compostos por procedimentos e estes podem ser compostos por técnicas. Exemplos de métodos são: descrição; comparação; explicação; experimentação.

A dimensão atitudinal dos conteúdos refere-se predominantemente a um campo axiológico, principalmente, ético. Ela pode ser compreendida a partir de três categorias: valores, normas e atitudes. Os valores são parâmetros ou critérios para juízo moral sobre condutas com base na ética. As normas são padrões ou regras de comportamento estabelecidos e compactuados para um grupo ou coletividade. As atitudes são tendências ou predisposições de conduta dos sujeitos com base em normas e valores (Villa; Poblete, 2007; Zabala, 1998). Esses elementos dos conteúdos precisam ser vivenciados em situações concretas e simuladas para que se exercite e se reflita sobre as próprias ações e as de outros atores sociais. Apesar da importância de se abordar explicitamente em sala de aula, a seleção dos objetivos de aprendizagem relacionados a valores, normas e atitudes deve ocorrer de acordo com as necessidades, os interesses, os conteúdos prévios, e os contextos sociais envolvidos.

A tipologia de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais esboçada por Zabala (1998) volta-se ao estabelecimento de critérios que orientem a prática educativa de modo a alcançar determinados fins. Ela se associa a uma concepção mais abrangente dos conteúdos do ensino-aprendizagem para a transformação do sistema vigente, a partir de questionamentos, reflexões e críticas (Conrado; Nunes-Neto, 2018; Conrado, 2013). Nesse sentido, desloca-se de abordagens pedagógicas centradas na mera memorização de conceitos e definições, perspectiva tradicional-tecnicista hegemônica da educação científica (Martínez Pérez; Carvalho, 2012). Consequentemente, distancia-se de um tipo de prática comumente associada a uma concepção da educação voltada para a reprodução do próprio sistema de conhecimentos, valores, ideologias e crenças, com o objetivo de manter o *status quo* (Luckesi, 2011).

A elaboração de uma SD visando o alcance dos objetivos educacionais pressupõe o planejamento, a execução e a avaliação (Zabala, 1998). Quanto aos recursos didáticos, Zabala (1998) sugere uma variação entre eles para que possa ser estabelecida uma relação entre estudante-professor e estudante-estudante, criando

um clima favorável à aprendizagem. Nesse contexto, o professor é visto como figura-chave no desenvolvimento de uma SD, pois passa a ser o promotor de oportunidades para novas interações entre os estudantes e o conhecimento. Ele exerce múltiplas funções, desde o planejamento até a avaliação da aprendizagem, estabelecendo os objetivos de ensino, propondo as atividades didáticas e determinando os instrumentos avaliativos. Carvalho e Perez ressaltam que esse processo deve ser criativo, pois

“[...] é preciso que os professores saibam construir atividades inovadoras que levem os alunos a evoluírem, nos seus conceitos, habilidades e atitudes, mas é necessário também que eles saibam dirigir os trabalhos dos alunos para que estes realmente alcancem os objetivos propostos” (Carvalho; Perez, 2001, p.114).

Zabala (1998) considera que cada sequência desenvolvida: i) está voltada para objetivos específicos, apesar de apresentar um objetivo geral; ii) desenha as variáveis da prática educativa; iii) expressa os tipos de atividade, sobretudo a maneira de articulá-los como traços individuais e categóricos à especificidade da proposta didática; iv) indica a função exercida por cada uma das atividades no processo de construção do saber ou da aprendizagem de diferentes conteúdos científicos; e v) ajuíza a funcionalidade das atividades, sua deficiência ou a ênfase que se lhes deve atribuir. Com esse tipo de entendimento zabaliano, uma SD se volta a um mecanismo de mobilização de saberes, pois proporciona ao estudante o acesso a múltiplas práticas que enfatizam o saber científico ao seu cotidiano, preparando o estudante para saber usar este conhecimento em prol de melhorar seu contexto sociocultural.

Ao se procurar opções às abordagens pedagógicas tradicionais, com métodos transmissivos, e que, de certo modo, isolam ou fragmentam a instituição educativa de outros espaços sociais, as atividades das SD no sentido proposto por Zabala (1998) se baseiam em abordagens pedagógicas críticas, com métodos participativos e de reflexão sobre a prática social. Como destaca Conrado (2013), propostas nessa direção procuram integrar a escola como parte da sociedade, ou seja, o contexto educativo é o contexto social. Por entre as SD voltadas à construção de conhecimentos vinculada ao desenvolvimento de habilidades, valores e atitudes, incluem-se aquelas com a aplicação da educação CTSA no ensino de ciências, conforme verificado tanto no âmbito internacional ou nacional (Conrado *et al.*, 2016; Zeidler *et al.*, 2005; Hodson, 2011).

A educação sob esta perspectiva busca alcançar um ensino mais humanitário e menos tecnocrático, em especial no âmbito da educação científica e tecnológica, a partir de maior contextualização, interdisciplinaridade e criticidade (Von Linsingen, 2007; Auler; Delizoicov, 2001; 2006; Auler; Bazzo, 2001; Santos, 2012). Com as situações didáticas que contextualizam os conteúdos científicos, pretende-se contribuir para o aumento do interesse e o reconhecimento da importância desses conteúdos pelos estudantes para a solução de problemas do seu próprio cotidiano (Torres-Merchán, 2011).

A educação CTSA se apresenta concretamente dentro de uma ou mais vertentes, que possuem objetivos diferentes. Entre diferentes possibilidades, corrobora-se com as propostas que almejam promover mudanças efetivas rumo a maior equidade, justiça e sustentabilidade, como algumas pautadas na promoção do letramento científico alinhado a uma educação transformadora, tomando como inspiração a pedagogia crítica de Paulo Freire (Santos, 2009; Barrett; Pedretti, 2006; Freire, 1996). Concepções de SD procurando operacionalizar o sentido de superar a mera transmissão das informações sobre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, voltam-se à tentativa de efetivar uma educação CTSA orientada a promover condições para que os estudantes avaliem criticamente valores e interesses das estruturas sociais, dentro de uma concepção compatível com os objetivos do letramento científico crítico.

Hodson (2011) associa a expressão “letramento científico crítico” a um extenso significado. No entanto, esse autor considera que a função mais importante do letramento científico é a de desenvolver a independência intelectual e autonomia pessoal do sujeito. Com isso, elese capacita a avaliar diferentes posicionamentos, ideologias e valores envolvidos nas práticas sociais, com destaque para aquelas relacionadas com ciência e tecnologia. De acordo com Hodson, o letramento científico crítico pode ser alcançado pelo estudante a partir do seu desenvolvimento em quatro níveis de sofisticação: a) identificação dos impactos sociais da ciência e da tecnologia e a influência cultural sobre elas; b) reconhecimento que o desenvolvimento científico e tecnológico se relaciona à distribuição de riqueza e poder, e que os benefícios para alguns podem ocorrer às custas de prejuízos a outros; c) avaliação e estabelecimento de pontos de vista e de posições de valor próprias; e d) tomada de decisões, que revelem preparação e atuação sobre problemas socioambientais (Hodson, 2004;

2018).

A perspectiva freiriana se relaciona com concepções de letramento crítico, dentro de temáticas. Freire (2005) propõe que, quando trabalhada no contexto educativo, uma temática precisa estar associada aos interesses dos estudantes, pois, é necessário haver problematização de questões existenciais. Por isso, para que os temas geradores sejam realmente significativos, eles devem fazer parte de suas realidades, devem estar inseridos no seu cotidiano, em suas relações com o mundo em que vivem e com o ambiente que os cerca. De acordo com Santos e Galembeck (2018), a importância atribuída a uma problematização bem elaborada se relaciona à possível promoção de maior envolvimento do grupo, de modo que os estudantes se sintam pertencentes à ação investigada e não apenas como cumpridores de tarefas.

Diferentes temas são comuns, ou se inserem em temáticas de conhecimento e de interesse de muitas pessoas. Elas podem evidenciar acontecimentos do cotidiano dos estudantes e seus usos no ambiente escolar podem dar significância às abordagens químicas. Como argumentam Meyrelles *et al.* (2013), os temas geradores podem ser trabalhados na perspectiva de um tratamento de conteúdo sob ênfases conceitual, procedimental e atitudinal, estimulando a formação de valores associada à letramento científico e à consciência ambiental, incentivando a capacitar os estudantes a interferir de modo consciente e positivo na sociedade.

Freire afirma que:

Tanto quanto a educação, a investigação que a ela serve, tem de ser uma operação simpática, no sentido etimológico da expressão. Isto é, tem de constituir-se na comunicação, no sentir comum uma realidade que não pode ser vista mecanicistamente compartimentada, simplistamente bem “comportada”, mas, na complexidade de seu permanente via a ser. (Freire, 1982, p. 118).

Tomando por base princípios associados à visão freiriana, alguns autores têm considerado a adoção de um enfoque investigativo para o desenvolvimento de momentos inovadores, incluindo propostas CTSA pautadas em letramento crítico.

O ensino por investigação é compreendido como uma abordagem didática.

Conforme Sasseron afirma:

[...] assim como a própria construção de conhecimento em ciências, a investigação em sala de aula deve oferecer condições para que os estudantes resolvam problemas e busquem relações causais entre variáveis para explicar o fenômeno em observação, por meio do uso de raciocínios do tipo hipotético-dedutivo, mas deve ir além: deve possibilitar a mudança conceitual, o desenvolvimento de ideias que

possam culminar em leis e teorias, bem como a construção de modelos. (Sasseron, 2015, p. 58)

Santos e Galembek (2018) afirmam que a possibilidade de vínculo ensino por investigação com outras propostas e recursos variados propicia a integração com metodologias mais ativas, valorizando a problematização, o fomento a argumentação, o levantamento de hipóteses e as estratégias. Com isso, os estudantes têm oportunidades para comprová-las, testá-las e reformulá-las no contexto de novos problemas e motivações.

Sasseron e Carvalho (2008) destacam que o trabalho com hipóteses assume uma relevância considerável no processo de alfabetização científica. A formulação e o levantamento de hipóteses pelos estudantes contribuem para a construção de novos conceitos, teorias e conhecimento. De acordo com essas autoras:

O levantamento de hipóteses aponta instantes em que são alçadas suposições acerca de certo tema. Este levantamento de hipóteses pode surgir tanto da forma de uma afirmação como sendo uma pergunta (atitude muito usada entre os cientistas quando se defrontam com um problema). O teste de hipóteses concerne nas etapas em que se coloca à prova as suposições anteriormente levantadas. Pode ocorrer tanto diante da manipulação direta de objetos quanto no nível das idéias, quando o teste é feito por meio de atividades de pensamento baseadas em conhecimentos anteriores. A justificativa aparece quando em uma afirmação qualquer proferida lança mão de uma garantia para o que é proposto; isso faz com que a afirmação ganhe aval, tornando mais segura. O indicador da previsão é explicitado quando se afirma uma ação e/ou fenômeno que sucede associado a certos acontecimentos. A explicação surge quando se busca relacionar informações e hipóteses já levantadas. (Sasseron; Carvalho, 2008, p. 7).

Quando ancoradas em propostas investigativas reais, problemas motivadores e encaminhamentos metodológicos condizentes, as hipóteses elaboradas pelos estudantes, possuem um potencial ímpar. Elas auxiliam na construção e reconstrução do pensamento e na elaboração mental de respostas, justificativas e conceitos que se aproximam das teorias formuladas cientificamente. Para Santos e Galembek (2018), da mesma forma que a construção de conceitos e teorias vai ganhando qualidade, de acordo com o aprofundamento do conhecimento, a formulação de hipóteses também ganha contornos de melhor estruturação conforme o ciclo de formulação-análise-refutação-comprovação se torna mais comum e recorrente.

A abordagem por investigação facilita a aprendizagem e permite aos estudantes o acesso aos conceitos científicos de forma dinâmica e atrativa, permitindo uma nova visão do ensino-aprendizagem, desenvolvendo no estudante o espírito investigativo (Guimarães, 2009). Propostas nessa direção se voltam para atividades planejadas com um perfil de investigação, voltado à problematização dos conceitos científicos. Conforme ressaltam Sá *et al.* (2008), a concepção de SD proposta por Zabala é coerente com o caráter investigativo de ensino, visto que a construção, significado e consolidação dos conceitos científicos são permeados pela oferta de atividades que veiculam a problematização, a formulação de hipóteses, coleta de dados e sistematização.

Um ensino baseado em atividades investigativas proporciona aos alunos ambientes propícios à reflexão e ao pensamento crítico e lógico sobre fatos ou evidências, conduzindo à apropriação dos conceitos científicos e a um melhor entendimento do mundo ao seu redor (Bybee, 2000). No contexto das atividades investigativas, o estudante assume e reconhece o problema a investigar como sendo real e pertinente e, conseqüentemente, envolve-se em planejamento, execução, interpretação e avaliação dos resultados e das soluções, comunicando aos outros a sua investigação (Bybee, 2000).

Zômpero e Laburú (2016) propõem que as atividades investigativas no ensino de ciências consistam em momentos didáticos com base na resolução de problemas de situações cotidianas e/ou científicas. Com base em estratégias didáticas utilizadas na educação CTSA, essas situações envolvem os conteúdos conceituais e os procedimentais, e são fundamentais para a compreensão dos problemas e a busca de soluções (Kolstø, 2001). Essas situações devem ser desenvolvidas com o intuito de o estudante adquirir e/ou aprimorar determinadas habilidades - como: observação, registro, identificação de regularidades, levantamento de hipóteses, busca por informações, discussão entre os pares e comunicação verbal dos resultados, seja de modo oral ou escrito. Para tanto, recomenda-se que um dos aspectos essenciais em uma atividade com enfoque investigativo seja a existência de uma problemática instigante (Zômpero; Laburú, 2016). Além disso, a problemática também envolve a mobilização de conteúdos atitudinais na resolução desses problemas, uma vez que envolvem discussões sobre valores, com posicionamento crítico e tomada de decisão (Sadler; Murakami, 2014).

Defende-se que, caso esteja organizada de forma a colocar o estudante frente a determinados tipos de problema, uma aula poderá contribuir para que ele raciocine logicamente sobre a situação e proponha ideias, na tentativa de analisar os dados e apresentar uma conclusão plausível (Suart; Marcondes, 2009). Nessa direção, segundo Carvalho (2018), um bom problema possui algumas características principais: i) oferece um contexto para os estudantes resolverem e explicarem o fenômeno envolvido; ii) oportuniza condições para eles relacionarem o que aprenderam com o mundo em que vivem, valorizando os saberes empíricos e espontâneos; e iii) favorece a utilização dos conhecimentos científicos em outras áreas de estudos. Adicionalmente, como Vidrik *et al.* (2020) afirmam, nesse tipo de compreensão, um problema se torna importante porque introduz novos conceitos a partir de saberes já apreendidos, criando condições para resolvê-lo. Giordan, Guimarães e Massi (2012) indicam que uma tendência dentro da área do ensino de ciências é a proposição de SD que envolvam esse enfoque investigativo, as sequências denominadas de Sequências Didáticas Investigativas (SDI).

2.3.2 Sequências didáticas investigativas (SDI)

As sequências didáticas investigativas (SDI) são vistas como momentos pedagógicos ordenados e articulados, que objetivam auxiliar no processo de ensino-aprendizagem por meio de uma temática central, utilizando-se de problematizações de conceitos científicos (Moreira, 2015; Gondim, 2016; Zômper; Laburú, 2016; Santos; Galembeck, 2018). Para Carvalho (2013. p. 9):

Nesse contexto teórico é que propomos as sequências de ensino investigativas (SEIS), isto é, sequência de atividades (aulas) abrangendo um tópico do programa escolar em que cada atividade é planejada, do ponto de vista do material e das interações didáticas, visando proporcionar aos alunos: condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciar os novos, terem ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas e com o professor passando do conhecimento espontâneo ao científico e adquirindo condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores.

Essa compreensão de SDI se alinha às concepções que tomam a alfabetização científica como um dos seus eixos estruturadores, com a qual corroboramos, pois ela tem como um dos seus principais objetivos a democratização dos conhecimentos

científicos (Auler; Delizoicov, 2001). Conforme ressaltam Castro e Motokane (2017), trata-se de uma característica fundamental para uma proposta de ensino que almeja a formação cidadã dos estudantes para a atuação na sociedade.

A dimensão da alfabetização científica em uma SDI fornece um componente epistemológico para o planejamento de estratégias didáticas para que os estudantes tenham acesso aos signos compartilhados pela comunidade científica e assim possam construir sentidos e significados que os auxiliem em sua compreensão de mundo. Entre os eixos estruturantes da alfabetização científica descritos por Sasseron e Carvalho (2011), verifica-se que, em especial, auxiliam a melhor compreender e planejar a SDI sobre fraude de méis de abelhas nativas sem ferrão. Um deles se relaciona à compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais, o que possibilita trabalhar os conceitos científicos com os estudantes no sentido de aumentar seus arcaouços teóricos, de modo que possam realizar suas leituras de mundo à luz do conhecimento científico. O outro corresponde ao entendimento das relações CTSA existentes e que auxilia a demarcar um problema sociocientífico a ser investigado.

Outros autores trazem importantes contribuições sobre as SDI. Por exemplo, Vidrik *et al.* (2020) consideram que uma SD com enfoque investigativo se caracteriza como uma abordagem na qual o professor busca que a turma se engaje com as discussões durante resolução de um problema, bem como exercite práticas e raciocínios de comparação, análise e avaliação. Em contrapartida, os estudantes também assumem uma postura, na qual é preciso o envolvimento nas discussões e nas interações, tanto entre si, quanto como professor e com o material didático (Moreira, 2015; Gondim, 2016; Zômpero; Laburú, 2016; Santos; Galembeck, 2018). Assim, uma SDI necessita do envolvimento intelectual dos estudantes, estimulado por uma postura docente mediadora, e somente tem condições de ser colocada em prática em contextos em que eles estejam engajados com a proposta de ensino, podendo ser considerados agentes ativos em suas aprendizagens (Vidrik *et al.*, 2020).

Uma boa problemática em uma atividade com enfoque investigativo também promove a passagem das ações manipulativas às ações intelectuais, permitindo a elaboração e teste de hipóteses, o raciocínio proporcional, a construção da linguagem científica, e construam explicações causais e legais, envolvendo os conceitos e leis do conteúdo abordado (Carvalho, 2018). O problema surge, portanto, como elemento promotor da investigação, estando associado ao objeto de conhecimento, permitindo

o surgimento, desenvolvimento e compreensão de conceitos.

Os problemas de uma atividade produzida sob a perspectiva do ensino por investigação supõem situações em que é necessário pensar cientificamente (GIL; Torregrosa, 1987). Os problemas apresentados na SDI são abertos e autênticos. Segundo Jimenez e Puig (2010), um problema autêntico envolve uma situação contextualizada na qual o estudante a reconhece e se sente estimulado a investigá-lo. Problemas autênticos é que eles não são resolvidos por meio de aplicação de procedimentos pré-estabelecidos, ou seja, não têm uma resposta óbvia (Gomes *et al.*, 2008). Para encontrar as respostas para esse tipo de problema, o estudante precisa se mobilizar e buscar formas de coletar e analisar dados e informações que o levem a propor soluções plausíveis. Carvalho (2013) ressalta que, ao longo do processo da resolução de problemas, por meio do diálogo e da liberdade intelectual, os estudantes desenvolvem importantes práticas do fazer científico, tais como elaborações argumentativas: explicações, descrições, justificativas e generalizações. Isto se dá pelo fato de que o objetivo é levar os alunos a pensar, debater e justificar suas ideias, aplicando seus conhecimentos em outras situações.

Particularmente no ensino de química tem destacado o papel positivo das propostas que buscam aplicar o ensino investigativo, utilizando temas geradores, levantando problemáticas relacionadas a abordagens contextualizadas, fazendo uso da experimentação investigativa e atentas aos conhecimentos prévios dos estudantes (Melo; Santos; Araújo, 2021). Nessa direção, as fraudes em torno dos méis de abelhas nativas sem ferrão podem se constituir em estratégias favoráveis para viabilizar esse tipo de abordagem na escola.

Diferentes parâmetros norteadores podem orientar a seleção/desenvolvimento de atividades para uma intervenção didática investigativa com base em educação CTSA. Em relação à aprendizagem da dimensão conceitual dos conteúdos é importante considerar: i) a conexão com conhecimentos prévios do estudante; ii) a quantidade de informações possíveis de se abordar no tempo escolar/acadêmico disponível; a oferta de casos envolvendo fatos, conceitos e princípios relacionados ao contexto do estudante, assim como a possibilidade da mobilização desses elementos em contextos distintos; iii) a seleção de conhecimentos científicos relevantes, que estão no cotidiano do estudante; iv) o planejamento didático

vinculando conceitos a procedimentos e atitudes, principalmente porque, em geral, nos currículos escolares, a maior parte do conteúdo explícito é composto de fatos, conceitos e princípios, reduzindo o espaço para outras dimensões do conteúdo (Carvalho; Nunes-Neto; Elhani, 2011; Carvalho, 2016).

As atividades relacionadas aos conteúdos procedimentais devem partir de situações em que o estudante perceba claramente a função e a importância do procedimento, do método e/ou da técnica. Algumas tarefas podem ter como objetivo de aprendizagem a própria elaboração do procedimento (Coll *et al.*, 1992), a partir dos conhecimentos e capacidades prévios dos estudantes. Nesse caso, o estudante precisará construir, o caminho metodológico, selecionando técnicas e métodos para se alcançar a meta estabelecida. Então, nestes casos, o conteúdo a ser aprendido não se limitaria ao conhecimento e à execução de uma sequência de passos, mas à criação destes para alcançar um resultado geral ou específico, associado à resolução do problema. Coll *et al.* (1992) observam que os procedimentos, técnicas e métodos possuem graus de automatização. Isso significa que o estudante, inicialmente, ao aprender sobre essa dimensão do conteúdo, poderá apresentar dificuldades iniciais e executar as atividades desde um modo mais rudimentar até uma maneira mais precisa e automática. Por exemplo, a aprendizagem sobre o procedimento de manipulação de um instrumento ou vidraria, que demanda o domínio de técnicas manuais, pode ser inicialmente difícil para um estudante. Além disso, o domínio de um procedimento, uma técnica ou um método pode ocorrer para diferentes contextos.

Zabala (1998) propõe que a dimensão procedimental dos conteúdos deve ser compreendida em um eixo cognitivo motor, de ação técnica. Desse modo, a execução dos procedimentos, técnicas e métodos foi ora por via mais cognitiva e linguística (como, por exemplo, uma explicação de um fenômeno) e por outras vezes mais motora (como, por exemplo, uma experimentação ou manipulação de reagentes).

Coll *et al.* (1992) alertam os professores para que saibam distinguir entre, de um lado, os procedimentos, técnicas e métodos como objetivos de aprendizagem para os estudantes e, de outro, os recursos, métodos e estratégias para os professores, como veículos da prática pedagógica em sala de aula. Assim, o recurso ou o método adotado para o ensino e a aprendizagem (esperada) nem sempre é equivalente ao procedimento ou ao método que o estudante precisa aprender. Por exemplo, o uso de textos de divulgação pode ser um recurso didático adotado pelo docente para

facilitar a aprendizagem de determinados conceitos, enquanto a elaboração de um texto de divulgação para a aprendizagem de procedimentos pode ser um objetivo de aprendizagem estabelecido para o estudante.

As ponderações apontadas vislumbram uma educação em ciências que almeja uma ação mais próxima do estudante e do seu fazer cotidiano. Busca-se atribuir significado à sua aprendizagem e se distanciar de um ensino instrucional, meramente informativo e centrado na figura do professor. No entanto, como coloca Lemke (2006), essa ruptura na forma de pensar o ensino de ciências deve extrapolar a simples diversificação da aula, por meio da mera introdução de atividades práticas e experimentos com foco simplesmente ilustrativo e excessivamente procedimental. Tal posicionamento incide sobre o professor e requer uma tomada de decisão, que perpassa toda a sua ação docente e coloca em evidência, dentre outros destaques, o seu papel mediador, problematizador e orientador do processo. Nesse contexto, evidencia-se o papel das perguntas nas aulas de ciências.

O ato de perguntar torna-se um instrumento que adquire contornos próprios para o ensino por investigação e sua “perspectiva problematizadora” quando se considera as suas dimensões epistemológica, discursiva e política social (Machado; Sasseron, 2012). Por isso, o papel das perguntas no processo de aulas com enfoque investigativo incontestável e, apesar de se apresentar com intencionalidades diferentes entre professor e estudante, tem valor para ambos (Santos; Galembeck, 2018).

O eixo norteador para orientar a seleção/desenvolvimento de conteúdos das atividades para uma intervenção didática investigativa também envolve os conteúdos atitudinais. Conforme Zabala (1998, p. 47), aprende-se uma atitude “[...] quando a pessoa pensa, sente e atua de uma forma mais ou menos constante frente ao objeto concreto a quem dirige essa atitude”. Quanto às normas, para Zabala (1998, p. 47):

Podemos dizer que se aprendeu uma norma em diferentes graus: num primeiro grau, quando se trata de uma simples aceitação, embora não se entenda a necessidade de cumpri-la (além da necessidade de evitar uma sanção); em segundo grau, quando existe uma conformidade que implica certa reflexão sobre o que significa a norma e que pode ser voluntária ou forçada; e em último grau, quando se interiorizam as normas e se aceitam como regras básicas de funcionamento da coletividade que regem.

Desse modo, quanto maior a reflexão sobre as razões que justificam a ação, o

conhecimento sobre normas e a consciência sobre valores morais relacionadas às atitudes, menor a ocorrência de disposições intuitivas, e, assim, pode-se dizer, maior a reflexividade crítica sobre as ações.

Zabala (1998, p. 48) afirma que “[...] uma tomada de posição, um envolvimento afetivo e uma revisão e avaliação da própria atuação”. Com base nessa proposição, Torres e Solbes (2018) consideram que uma maior reflexividade crítica sobre os elementos constituintes da dimensão atitudinal dos conteúdos relaciona-se positivamente com o grau de autonomia do estudante. De modo geral, para ocorrer aprendizagem da dimensão atitudinal dos conteúdos, além de conhecer, é necessário refletir, analisar e avaliar as normas e os valores envolvidos no problema. Nesse sentido, a aprendizagem de valores, normas e atitudes é tomada por a mais complexa, pois: i) envolve, em maior grau, elementos de afetividade e interesse; ii) influencia a compreensão e a reflexão sobre as dimensões conceituais e procedimentais relacionadas ao conteúdo; e, iii) abrange a rede de relações estabelecidas no ambiente educativo. Por isso, Zabala (1998) destaca a importância de considerar a dinâmica das relações entre a comunidade escolar e a necessidade de envolver ativamente os estudantes e professores em processos de sensibilização e de participação quanto às normas e aos valores promovidos na unidade educativa, seja a sala de aula, seja a escola, seja uma comunidade de aprendizagem mais abrangente.

Uma das possibilidades de estratégias para intervenções didáticas investigativas que têm sido recomendadas para o ensino-aprendizagem de ciências é a experimentação. Particularmente em relação ao ensino de química, diferentes autores, como Guimarães (2009), consideram que as atividades experimentais são necessárias para favorecer um ensino contextualizado. Nessa direção, argumenta-se que, ao incluir práticas que desafiam os estudantes com situações-problemas concretas, o professor contribui para que elas favoreçam a construção de novos conhecimentos, além da negociação de sentidos pela argumentação e interlocução entre realidade e prática. Carvalho (2018) traz uma discussão nesse sentido, propondo que a experimentação, ao apresentar um caráter investigativo, pode contribuir para instigar a curiosidade e o interesse dos educandos em aprender Ciências, motivando-os a resolverem um problema.

Uma sequência didática com base em CTSA deve contemplar temas que gerem interesses e fomentem discussões que envolvam os estudantes e lhes desperte o interesse pelo conhecimento. Nesse sentido, Ferraz e Sasseron (2017) discutem a importância de serem criadas situações que oportunizam o debate em sala de aula, permitindo a participação ativa dos estudantes, aproximando-os tanto das práticas relacionadas à cultura científica quanto contribuindo para auxiliar a gerar consciência para assumir atitudes mais responsáveis e sustentáveis.

A abordagem avaliada na pesquisa aqui proposta procurará combinar os modelos propostos por Conrado e Nunes-Neto (2008, 2014) como os de SDI baseado em Carvalho (2013), concedendo atenção especial às produções de textos escritos que estimulem os estudantes a emitirem opiniões e expressem conceitos científicos.

O contexto para a apresentação de um problema científico envolverá uma questão sociocientífica, que buscará instigar e estimular os estudantes a partirem para a resolução. As atividades propostas visarão a abordagem e a sistematização do conteúdo, dentro da temática fraude do mel de abelhas nativas sem ferrão. No próximo capítulo, são apresentados com maior detalhamento os elementos metodológicos planejados para alcançar os objetivos propostos para a pesquisa.

3 METODOLOGIA

Este capítulo apresenta os procedimentos metodológicos adotados no desenvolvimento da pesquisa. Descrevem-se os meios e os métodos planejados para encontrar as respostas para alcançar os objetivos pretendidos na investigação, visando compreender como um grupo de estudantes constrói significados para o termo “adulteração de méis” a partir da utilização de uma Sequência Didática Investigativa (SDI) sobre a fraude de méis de abelhas nativas sem ferrão na abordagem do conteúdo carboidratos.

Com base em Marconi e Lakatos (2010), considerou-se a pesquisa como um procedimento formal com método de pensamento reflexivo que necessita de um tratamento científico e constitui-se de um caminho trilhado para se conhecer a realidade. Nessa direção, a pesquisa foi de natureza qualitativa e os ambientes intra e extra-escolares foram o espaço para desenvolvimento de atividades e para a coleta

dos dados. A pesquisadora foi fundamental nesse processo, pois atuou temporariamente como professora da turma, com a participação do professor de Química, mediando as relações de conhecimento estabelecidas com os estudantes. Por isso, corroborando com Méksenas (2007), o estudo é classificado como pesquisa participante, uma vez que houve o envolvimento ativo, tanto da professora-pesquisadora, quanto do grupo pesquisado (estudantes). Méksenas (2007) aponta que em uma pesquisa participante tanto o pesquisador quanto os sujeitos pesquisados contribuem para o processo de construção do conhecimento no espaço da pesquisa.

Partindo desses pensamentos e com a finalidade de responder aos objetivos que impulsionaram o desenvolvimento deste projeto, a seguir, são delineados os percursos metodológicos para alcançar os objetivos propostos na pesquisa.

3.1 CONTEXTO E PARTICIPANTES DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada na Escola Estadual Lions de Parnamirim, localizada na comunidade São Braz, nas imediações do *campus* sede da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), no bairro de Dois Irmãos, na parte noroeste do Recife, Pernambuco. Assim como verificado em muitas áreas do perímetro da UFRPE, essa comunidade integra uma região inserida no bioma Mata Atlântica e é o resultado da ocupação de terrenos cuja posse legal é da UFRPE.

O *campus* sede da UFRPE está categorizado como uma Unidade de Equilíbrio Ambiental, Imóvel de Proteção de Área Verde (IPAV) do Sistema Municipal de Unidades Protegidas (SMUP) (LEIS MUNICIPAIS, 2020). No entorno da escola, há cerca de um quilômetro, situa-se o Parque Estadual de Dois Irmãos, uma das cinco Unidades de Conservação de Proteção Integral encontradas na Área de Proteção Ambiental (APA) Aldeia-Beberibe, criada pelo Governo do Estado de Pernambuco em 2010, que abrange oito municípios da Região Metropolitana do Recife (figura 3).

FIGURA 3 - APA Aldeia Beberibe.

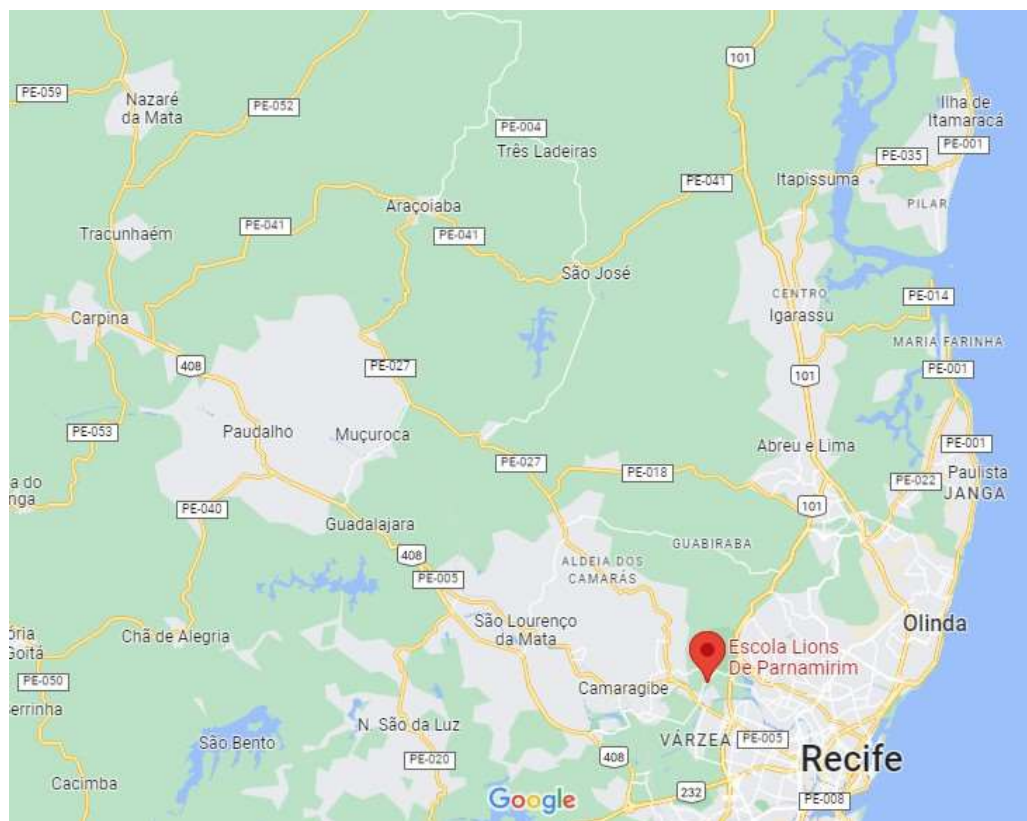


Fonte: Seabra (2022).

A região onde a escola se localiza também integra a Unidade de Conservação da Natureza (UCN) – APA Sítio dos Pintos, nos termos do Art. 61 da Lei Municipal nº 18.014/2014. As UCN são áreas ambientalmente relevantes, instituídas legalmente pelo poder público, visando conservar suas características ambientais, proteger a biodiversidade e contribuir para a manutenção do ecossistema, entre outros objetivos definidos pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC – Lei Federal nº 9.985/2000) e pelo Sistema Estadual de Unidades de Conservação (SEUC – Lei Estadual nº 13.787/2009)

Como as demais UCN localizadas no Recife, a UCN- APA Sítio dos Pintos consiste em local propício para atividades de lazer, contemplação e educação ambiental, além de proteger importantes parcelas de Mata Atlântica. Portanto, o *locus* da pesquisa está localizado em um remanescente de Mata Atlântica em área urbana do Recife. Uma imagem mais detalhada localização da escola e da sua inserção no contexto do bioma da Mata Atlântica é apresentada na figura 4.

FIGURA 4 - Localização da escola lócus da pesquisa e da sua inserção no contexto do bioma da Mata Atlântica



Fonte: <https://www.google.com/maps> (Acesso em: 21/5).

A escola se insere em um contexto de ativo movimento comunitário. A UCN Sítio dos Pintos tem recebido diferentes ações de participação social, visando agregar contribuições da comunidade local em relação a questões socioambientais (Silva; Braga; Aguiar, 2020). Tais ações têm envolvido moradores locais, representantes do poder público, profissionais das áreas de meio ambiente e universidades, incluindo a UFRPE.

Há outro fator nesse contexto que é bastante relacionado ao objeto de pesquisa. Em frente à escola, localiza-se o Departamento de Zootecnia da UFRPE. Ele abriga um meliponário e desenvolve pesquisas e projetos socioambientais com abelhas nativas sem ferrão, inclusive com reconhecimento internacional.

A SDI foi aplicada no segundo semestre letivo de 2025, com um total de 7 encontros. Participaram desse estudo 20 estudantes regularmente matriculados na turma do 3º ano do ensino médio, na eletiva de química orgânica, com faixa etária entre 15 e 18 anos. Todos os participantes (estudantes, via responsáveis, e corpo

diretivo escolar) assinarão um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), bem como o Termo de Assentimento pelo aluno (TALE) (apêndice A). Com base em Grix (2010), esses documentos traziam informações sobre o projeto - os objetivos e os métodos da pesquisa - e a natureza e as condições de participação dos estudantes, garantindo-lhes confidencialidade das informações e anonimato. Não participaram da pesquisa, os alunos que não preencheram corretamente o TCLE/TALE, não assinaram o TCLE/TALE, alunos repetentes, afastados das atividades acadêmicas por motivo médico ou de outra natureza e os alunos que faltaram alguma das aulas da sequência didática. A maioria das atividades foi realizada na instituição de ensino, enquanto as demais ocorreram no Meliponário do Departamento de Zootecnia da UFRPE e no Laboratório de Ensino do Departamento de Química da UFRPE. No total, houve 14 aulas, cada uma com duração de 50 minutos.

3.2 DESENHO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA (SDI) CTSA

A investigação foi tomada nesta pesquisa como um princípio formativo. Considera-se que os processos e práticas de investigação exercem importância na formação dos estudantes da Educação Básica, aproximando-os dos

[...] procedimentos e instrumentos de investigação, tais como: identificar problemas, formular questões, identificar informações ou variáveis relevantes, propor e testar hipóteses, elaborar argumentos e explicações, escolher e utilizar instrumentos de medida, planejar e realizar atividades experimentais e pesquisas de campo, relatar, avaliar e comunicar conclusões e desenvolver ações de intervenção, a partir da análise de dados e informações sobre as temáticas da área. (BRASIL, 2018).

Com base em Kelly e Licona (2018), o ensino por investigação foi concebido como uma abordagem didática estruturada em torno da resolução de problemas, por meio do engajamento dos estudantes em práticas epistêmicas de proposição, comunicação, avaliação e legitimação de conhecimento. A partir das concepções de autores como Conrado (2018) e Torres Merchán (201), considerou-se uma Sequência Didática Investigativa (SDI) CTSA sendo uma estratégia didática no âmbito da educação científica formal que permita aos estudantes mobilizar e aprender sobre determinados conteúdos, de modo contextualizado com o entorno e o cotidiano, assim como compreender criticamente a natureza da ciência e desenvolver habilidades relacionadas ao pensamento crítico. Nessa direção, a SDI proposta para o ensino-aprendizagem de carboidratos veiculou recomendações para formar de cidadãos mais

autônomos e participativos, conforme tem sido orientado para o ensino de ciências, objetivando o alcance de um letramento científico crítico (Hodson, 2011).

Algumas características foram tomadas na direção de favorecer o letramento científico crítico: i) estímulo a discussões sobre o tema adulteração de méis de abelhas nativas sem ferrão; ii) contribuição à compreensão e reflexão crítica sobre as relações entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente, explorando diferentes dimensões do conteúdo químico-escolar carboidratos; iii) incentivo a discussões sobre valores morais, interesses e opiniões; iv) auxílio à tomada de decisão e ação; e v) envolvimento do estudante em um processo investigativo, associado ao desenvolvimento de habilidades de busca, seleção, análise e avaliação de informações sobre o tema. Para a estruturação da SDI, buscou-se a implantação de um modelo didático onde os estudantes se apropriem ativamente dos conhecimentos, fossem estimulados a mobilizar dados, teorias, técnicas e valores para auxiliar na resolução de um problema real.

A professora-pesquisadora desempenhou um papel de mediadora do processo, fornecendo apoio teórico-prático e emocional nas atividades, e exercendo uma função de consultora crítica, que planeja, orienta, acompanha e facilita a aprendizagem. Os momentos formativos também contarão com a presença do professor de Química da escola, além de outros profissionais que ficaram responsáveis por auxiliar nas atividades experimentais na UFRPE.

A Sequência Didática Investigativa (SDI) esteve voltada à realização de um conjunto de atividades para auxiliar os estudantes a solucionarem casos de caráter sociocientífico sobre a fraude de méis de abelhas nativas sem ferrão e apresentarem verbalmente as suas resoluções, por via oral e/ou textual. Ela estava desenhada de modo a proporcionar a utilização de estratégias que favoreçam o contato dos estudantes com conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais (CPA), associados a problemas relevantes para o seu contexto. Essa opção pretendia auxiliar a possibilitar-lhes formular boas argumentações sobre os fenômenos e compreensões dos conceitos, e de suas relações com as outras dimensões dos conteúdos envolvidos.

A unidade básica da estrutura proposta para o conjunto de atividades investigativas esteve direcionada à construção de um caminho interacional entre casos, questões norteadoras e objetivos CPA de aprendizagem, baseando-se nas propostas de Conrado e Nunes-Neto (2018), Conrado, Nunes-Neto e El-Hani (2020)

para o ensino de ciências, com base no enfoque CTSA, por meio da utilização de questões sociocientíficas.

As estratégias para a implementação da sequência didática envolveram atividades individuais e coletivas, privilegiando-se trabalhos em grupos, nos quais houve: investigação; mapeamento de relações entre CTSA; discussões de questões controversas, com base na literatura; debates sobre discursos; reflexão sobre valores e interesses de envolvidos na QSC; reflexão sobre os próprios valores e práticas; planejamento de ações sociopolíticas.

3.2.1 Desenvolvimento de casos sobre questões sociocientíficas (QSC), com questões norteadoras, para promoção de argumentações

A incorporação questões sociocientíficas para estruturar uma SDI sobre a fraude de méis de abelhas nativas sem ferrão utilizou as seguintes estratégias: i) uso de QSC em forma de caso, com questões norteadoras; e ii) uso de atividades de argumentação, com base em Toulmin (2006). A esses aspectos didático-metodológicos, foram acrescentadas a análise mais duas características: iii) uso da didática de cinco fases; e iv) adoção de objetivos de aprendizagem, considerando dimensões CPA do conteúdo.

3.2.1.1 Elaboração dos casos envolvendo QSC

Baseando-se em Conrado (2013) os casos foram tratados como narrativas, construídas como histórias curtas, podendo conter diálogos e personagens que se aproximam do(s) contexto(s) sociocultural(is) dos estudantes. A partir da estrutura proposta por Faraco (1992), essas narrativas possuíam alguns elementos constituintes: i) enredo; ii) pessoas ou personagens; iii) lugar da ocorrência dos fatos; iv) narrador; e v) foco narrativo. O foco narrativo se associou ao ponto de vista do narrador, podendo ser um personagem da história ou alguém que não participa da história. Assim como propõe Santos e Carmo (2015), nesta SDI sobre fraudes de méis de abelhas nativas sem ferrão, o caso atuou como recurso didático. Pretendeu-se que as narrativas possibilitassem o diálogo e a articulação entre os conteúdos de diferentes áreas do conhecimento (Química, Biologia, Bioquímica, Nutrição, Economia e Ética), além de suscitar a participação indireta do leitor sobre os fatos,

processos e atividades da ciência. Conforme em Conrado, El-Hani e Nunes-Neto (2015) e em Zeidler *et al.* (2005), cada caso foi proposto visando explicitar diferentes interpretações, pontos de vista, crenças e juízos de valor dos estudantes, além de contribuir para a sensibilização e seus engajamentos nas atividades. Os três casos propostos estão disponibilizados no apêndice B, assim como as questões norteadoras.

3.2.1.2 Delimitação das questões norteadoras

Os casos que introduzem as QSC aos estudantes são acompanhados de questões norteadoras. Com base em Fullick e Ratcliffe (1996), as questões norteadoras se constituíram em estratégia de discussões em grupos sobre aspectos que dirigiram, de modo equilibrado, a atenção dos estudantes para a natureza do problema e para as suas possíveis soluções.

As questões norteadoras foram veiculadas na forma de perguntas sobre o caso e/ou sobre aspectos globais, incluídos ou relacionados ao caso. Elas orientaram a exploração de cada caso, com vistas ao alcance dos objetivos de aprendizagem, a orientação da investigação, o desenvolvimento de argumentos e a tomada de decisão pelos estudantes. Fundamentando-se nessas proposições e nas concepções de Conrado (2017) e Conrado, El-Hani e Nunes-Neto (2015), as questões norteadoras, colocadas pela professora no âmbito da SDI foram:

- Qual a decisão tomada com relação ao caso? Por quê?
- Que conhecimentos científicos e tecnológicos são relevantes para a compreensão e a tomada de decisão sobre o caso?
- Que condicionantes sociais e ambientais são relevantes para a compreensão e a tomada de decisão sobre o caso?
- Quais as consequências socioambientais de sua decisão?
- Você acredita ser possível conciliar interesses da natureza não-humana (abelhas, plantas, insetos etc.) com interesses humanos (trabalho, geração de renda etc.)? Justifique.

Outros tipos de perguntas, próprias de aulas investigativas de ciências, também foram utilizados pela professora-pesquisadora nas atividades da SDI, conforme as propostas por Machado e Sasseron (2012): *perguntas de problematização*: Por que isso acontece? Como explicar isso/esse fenômeno? *perguntas sobre dados*: O que

acontece quando você/ se faz ...? O que foi importante para que isso acontecesse? Como isso se compara a ...? *perguntas exploratórias sobre o processo*: O que você acha disso? Como foi que isso funciona? Como chegou a essa conclusão? Perguntas de sistematização: Você conhece algum outro exemplo para isso? O que disso pode servir para este outro?

As abordagens investigativas associadas aos casos procuraram estimular o desenvolvimento argumentativo dos estudantes.

3.2.1.3 A abordagem dos casos voltada à promoção do letramento científico

Os casos estiveram incorporados à sequência didática. A estratégia das cinco fases, adaptada por Conrado (2018), foi adotada como modelo didático para a abordagem de cada caso sobre a QSC, associado a questões norteadoras. Essa opção tem sido utilizada em outras propostas nas quais a comunidade escolar não está habituada a lidar com o ensino e a aprendizagem de conteúdos nas dimensões CPA. No quadro 2, estão apresentados as ações propostas e o papel da professora-pesquisadora em cada fase para tratamento dos três casos propostos.

Quadro 2 – Etapas envolvendo os casos, utilizando a didática das cinco fases.

Etapa/Fase	Ações propostas	Papel da professora/pesquisadora
Preparo	- Apresentação de bases do uso de QSC na educação CTSA.	- Explicação de pré-requisitos (como determinados conhecimentos, habilidades e atitudes) relevantes para o alcance dos objetivos de ensino.
Modelagem	- Apresentação e resolução do caso 1, sobre a fraude de mel de uruçunordestina.	- Explicação da proposta e de como realizar as atividades.

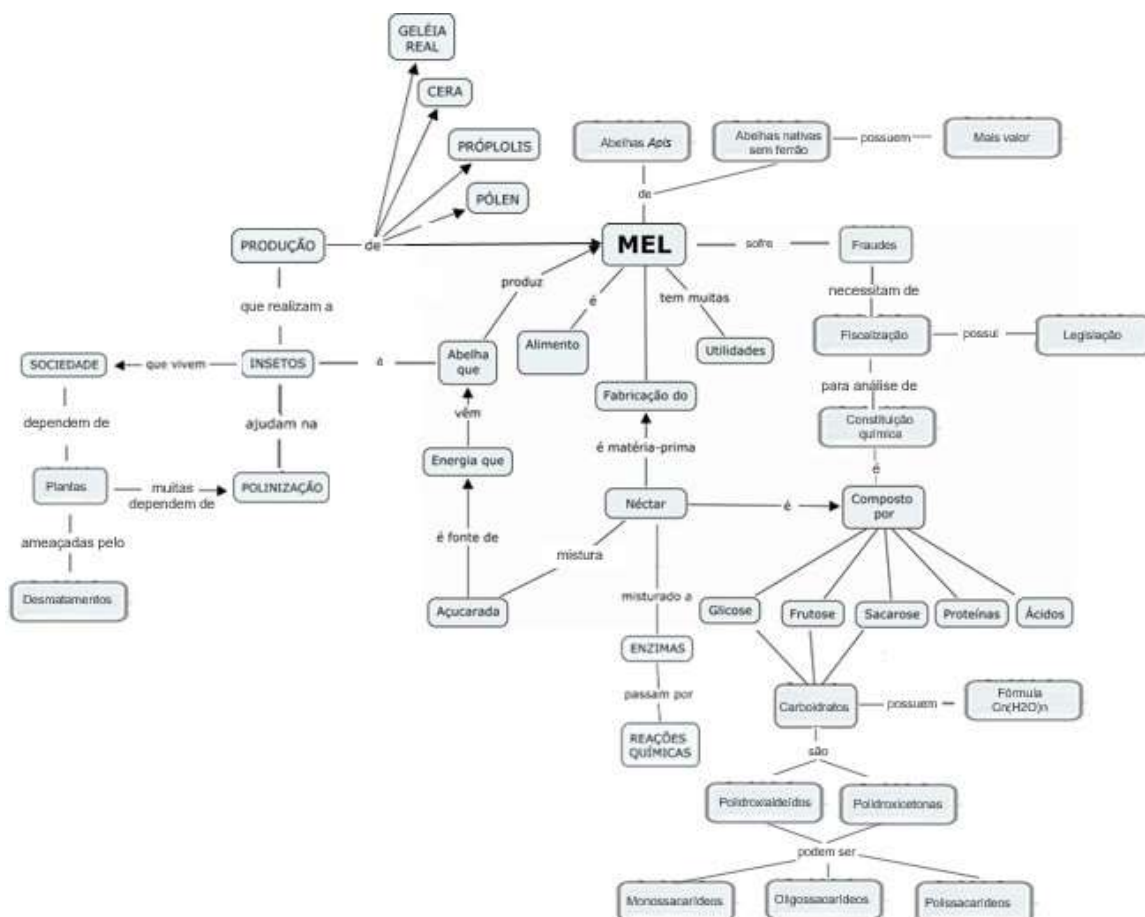
	<ul style="list-style-type: none"> - Discussão sobre dificuldades e a importância da mobilização de conhecimentos, habilidades, valores e atitudes para a participação na resolução de QSC. 	<ul style="list-style-type: none"> - Explicitação dos objetivos de aprendizagem. - Apresentação do modelo de argumentação como ferramenta que auxilie na resolução do caso. - Apresentação, discussão (com base em conhecimentos prévios dos estudantes) e resolução do caso.
Prática guiada	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentação e resolução do caso 2, sobre a fraude de mel de jataí. - Orientação aos estudantes na resolução conjunta, com toda a turma, do caso 2. 	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentação, discussão (com base em conhecimentos prévios dos estudantes) e resolução do caso. - Acompanhamento do processo de aprendizagem, com discussão de dúvidas. - Fornecimento de materiais e apoios.
Prática independente	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentação e resolução do caso 3, sobre meliponário em área de Mata Atlântica para comercialização de mel. - Apresentação e discussão das decisões e soluções encontradas para o caso. 	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentação e discussão das decisões e soluções encontradas. - Monitoramento do processo de aprendizagem pelos estudantes. Os estudantes realizam as atividades nos grupos, sem ou com um menor acompanhamento da professora/pesquisadora
Síntese	<ul style="list-style-type: none"> - Momentos de síntese e avaliação da fase por estudantes e professor. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fechamento das discussões e conclusões, orientada pela professora-pesquisadora. - Avaliação do que se aprendeu no ciclo, considerando as fases anteriores, em termos de alcance dos objetivos do ensino e da aprendizagem, em âmbitos individual e coletivo.

Fonte: elaborado pela autora, com base em Conrado (2018).

3.2.2 Estabelecimento dos objetivos de aprendizagem nas três dimensões do conteúdo – conceituais, procedimentais e atitudinais (CPA)

Realizou-se, inicialmente, um mapeamento de relações entre os domínios de ciência, tecnologia, sociedade e ambiente relacionado à fraude de méis de abelhas nativas sem ferrão. A partir dos elementos suscitados, construiu-se o mapa conceitual apresentado na figura 5. Ele serviu de base o planejamento de outras etapas da pesquisa. O mapeamento dos elementos e relações entre os domínios CTSA para o tema fraude de méis de abelhas nativas sem ferrão possibilitou a delimitação dos conteúdos de acordo com seis diferentes áreas do conhecimento: química orgânica, biologia, bioquímica, nutrição, ética e economia.

FIGURA 5 – Mapeamento dos elementos e relações entre os domínios CTSA para o tema fraude de méis de abelhas nativas sem ferrão.



Fonte: elaborado pela autora, pela adaptação de <http://proascg26.pbworks.com/w/page/18659044/mapa2> (Acesso em 20/5/2022).

A distinção dos conteúdos nas dimensões CPA foi realizada com base em Zabala (1998). Ela representa suas explicitações para fins didáticos e de pesquisa, que atuará como a tipificação das características para compreender o pensamento e o comportamento das pessoas. Assume-se que, em suas respectivas dimensões, esses conteúdos foram mobilizados pelos estudantes, influenciados por valores, objetivos e contextos sociais.

A organização dos objetivos foi planejada considerando também diferentes pesos/predominâncias das dimensões dos conteúdos, nas diferentes áreas do conhecimento (quadro 3).

Quadro 3 - Dimensionamento dos objetivos (CPA).

Área	Dimensões e exemplos de predominância			
	Conceituais	Procedimentais	Atitudinais	Total
Química Orgânica	C(a1) – 60%	P(a1) – 20%	A(a1) – 20%	100%
Biologia	C(a1) – 60%	P(a1) – 20%	A(a1) – 20%	100%
Bioquímica	C(a2) – 50%	P(a2) – 30%	A(a2) – 20%	100%
Nutrição	C(a2) – 40%	P(a2) – 30%	A(a2) – 30%	100%
Ética	C(a3) – 20%	P(a3) – 30%	A(a3) – 50%	100%
Economia	C(a3) – 30%	P(a3) – 40%	A(a3) – 40%	100%

Fonte: elaborado pela autora, com base em Conrado (2018) e Zabala (1998).

Com isso, almeja-se que as ênfases nos tratamentos dos conteúdos (CPA) expressem a contribuição de cada uma das dimensões para as tomadas de decisão e das ações dos estudantes nos casos envolvendo a adulteração.

A organização dos objetivos de aprendizagem nas três dimensões do conteúdo (CPA) apresentada no quadro 4 considera essa multidimensionalidade no planejamento didático das atividades relacionadas à fraude do mel. Apoiando-se em recomendações pedagógico-didáticas para no ensino de ciências (Carvalho, 2016; Carvalho; Nunes-Neto; El-Hani, 2011), a seleção dos conteúdos procurou contemplar aspectos centrais, estruturantes. Com isso, buscou-se evitar o excesso da dimensão conceitual dos conteúdos, promovendo-se uma redução consciente e equilibrada da quantidade de fatos, conceitos e princípios relacionados aos carboidratos, em comparação à quantidade geralmente constante em livros didáticos do ensino médio. Espera-se que esse critério contribua para melhor aproveitamento da aprendizagem, tanto da dimensão conceitual dos conteúdos para quanto para proporcionar explicitamente uma presença maior das dimensões procedimental e atitudinal dos conteúdos nas atividades. Além desses aspectos, a partir de Conrado (2013), considerou-se que os conteúdos atitudinais se referem predominantemente a um campo axiológico relacionado à formação ética dos estudantes.

Com base na proposta de Ferraz e Belhot (2010), dentro das abordagens sobre questões sociocientíficas no ensino de ciências, vinculou-se os objetivos de aprendizagem a algumas contribuições da taxonomia de Bloom, de acordo com os três domínios a ela associados: cognitivo (com base no conhecimento); psicomotor (com base nas habilidades); e afetivo (com base nas atitudes). O uso dos verbos

selecionados (classificar, descrever, aplicar, avaliar, etc.) foi tomado na dimensão instrumental, visando facilitar a distinção e a organização dos objetivos de aprendizagem nas três dimensões CPA.

Quadro 4 – Organização dos objetivos de aprendizagem nas três dimensões do conteúdo (CPA) para a SDI sobre fraude de méis de abelhas nativas sem ferrão, vinculada às atividades em cada área.

Área	Conteúdo	Atividades /Ações e objetivos relacionados à dimensão CPA		
		Conceituais	Procedimentais	Atitudinais
Química Orgânica	Carboidratos	Conhecimento de significados envolvendo interaçõesquímico-representacionais dos carboidratos	Modelagem de representações estruturais de carboidratos presentes no mel	Avaliação sobre as principais características de méis de abelhas nativas sem ferrão
		Enumerar os principais carboidratos constituintes de méis de abelhas	Construir representações estruturais de carboidratos, utilizando modelos moleculares	Discriminar a composição do mel apícola, com base na legislação
		Distinguir aldoses de cetoses e açúcares redutores de não redutores		
		Classificar carboidratos em: mono, oligo (di) e polissacarídeos		
		Descrever a formação de estruturas cíclicas (anômeros alfa e beta) dos monossacarídeos	Preparar um quadro informativo sobre a influência dos carboidratos nas características físico-químicas dos méis de abelhas nativas sem ferrão	Apontar as principais técnicas, produtos e compostos químicos utilizados em fraudes de méis
		Interpretar a atividade óptica dos carboidratos		
		Explicar a obtenção do “açúcar invertido”		
Biologia	Abelhas nativas sem ferrão	Conhecimento de especificidades em torno das abelhas nativas sem ferrão	Extração/coleta de mel	Proposição de ações sobre a criação de abelhas nativas sem ferrão
		Enumerar alguns dos principais aspectos morfológicos e ecológicos relacionados às abelhas nativas sem ferrão	Produzir uma ilustração de uma colônia de uma espécie de abelhas nativas sem ferrão, indicandoas estruturas de armazenamento do mel	Investigar alternativas para o desenvolvimento de ações sustentáveis envolvendo abelhas nativas sem ferrão
		Distinguir os principais produtos das abelhas nativas sem ferrão: mel, pólen, própolis, cerume e geoprópolis.		
		Identificar fatores relacionados às interações ecológicas inseto-planta	Realizar o manejo apícola para a extração/coleta de mel de abelhas nativas sem ferrão	Estimar possíveis impactos da meliponicultura em ambientes urbanos
		Descrever características da biologia floral associadas à polinização por abelhas nativas sem ferrão		
		Situar o bioma Mata Atlântica no contexto urbano local		

		Relacionar ações em meliponicultura ao bioma Mata Atlântica		
Bioquímica	Funções dos carboidratos	Reconhecimento de propriedades biológicas dos carboidratos	Análise de propriedades físicas e químicas de carboidratos	Comparação das propriedades e características sensoriais de edulcorantes calóricos e não-calóricos
		Listar aspectos relacionados a importantes fatos históricos da bioquímica dos carboidratos	Testar reações para identificação de carboidratos	Comparar as propriedades e características sensoriais do mel com outros edulcorantes, calóricos e não-calóricos
		Reconhecer o mel como uma fonte de carboidratos	Produzir um polarímetro didático para análises qualitativas sobre a atividade ótica de carboidratos	
		Classificar as funções dos carboidratos nos organismos e na natureza	Avaliar as características sensoriais dos diferentes tipos açúcares	Inferir sobre o papel do mel na promoção de hábitos alimentares saudáveis, valor da vida e conservação ambiental
		Distinguir os carboidratos energéticos dos não-energéticos		
		Explicar a percepção de sabor doce dos açúcares		
Nutrição	Produtos alimentícios	Interpretação da relação entre mel e segurança alimentar	Investigações sobre a adulterações em méis	Discussão sobre fraudes de méis
		Relacionar aspectos da interação entre a polinização e a nutrição humana	Sistematizar semelhanças e diferenças de méis de abelhas nativas sem ferrão	Avaliar a relação do mel com a promoção de hábitos alimentares saudáveis
		Distinguir os valores energéticos dos componentes do mel		
		Identificar ações que possam comprometer a segurança de produtos alimentícios	Realizar análises qualitativas de carboidratos e de proteínas em méis de abelhas nativas sem ferrão	Explicar como podem ser determinadas os principais tipos de fraudes de méis
		Indicar tipos de fraudes alimentares e apontar fatos relacionados a fraudes em produtos alimentícios	Selecionar medidas de controle para fraudes de méis	Estabelecer um conjunto fatores de riscos à saúde e à natureza associados a fraudes de méis
		Descrição de ações sustentáveis relacionadas à atividade melífera	Elaboração de procedimentos de lógica e argumentação	Reflexões sobre a exploração do mel de abelhas nativas sem ferrão
		Associaratividades nelíferes a perspectivas éticas bem-estaristas	Categorizar sentidos atribuídos ao termo valor na agroecologia	Julgar os posicionamentos contidos em ações no bioma Mata Atlântica

Ética	Sustentabilidade	Distinguir práticas sustentáveis envolvendo questões sociocientíficas relacionadas à produção e comercialização de méis	Avaliar valores, ideologias e interesses em torno de ações sociais e de propostas comerciais voltadas à atividade apícola	Estruturar ações de sustentabilidade no bioma Mata Atlântica, envolvendo meliponicultura
				Organizar atividades virtuais de incentivo ao debate sobre as abelhas nativas sem ferrão
			Comparar as compreensões sobre hábitos alimentares saudáveis, valor da vida e conservação ambiental de propostas voltadas à produção de mel	Planejar uma ação comunitária sobre preservação ambiental e meliponicultura
				Produzir um folheto sobre as características de méis de abelhas nativas e procedimentos utilizados em suas a fraude
Economia	Valor	Avaliação do mercado melífero	Projeções de influências sobre a precificação	Avaliações sobre riscos de fraudes no mel
		Descrever principais potencialidades do mercado melífero	Inferir sobre a noção de valor de produtos agroecológicos	Analisar os riscos gerados por fraudes de méis
		Discutir sobre dados envolvendo transações comerciais de méis de abelhas nativas sem ferrão	Calcular preço de venda do mel	Estimar o impacto dos serviços ecossistêmicos afetados pelo desmatamento sobre a produção de mel
		Detectar fatores naturais e mercadológicos que influenciam a comercialização de méis abelhas nativas sem ferrão	Estimar projeção de lucro na comercialização do mel	Julgar a interferência na composição do mel sobre o seu valor
			Formular propostas de vendas para méis de abelhas nativas sem ferrão	Estruturar uma proposta para difundir a criação de abelhas sem ferrão em ambientes urbanos no perímetro de remanescentes de Mata Atlântica

Fonte: elaborado pela autora, inspirada em Conrado (2017)

Considerou-se também os critérios de justificação de Méheut (2005) para organizar uma intervenção apropriada ao contexto de sua aplicação, com base em três dimensões: i) epistemológica: vinculou-se a adequação dos conteúdos a serem aprendidos aos objetivos de ensino; ii) psicocognitiva: delimitou-se as exigências das características cognitivas dos estudantes, portanto, as possibilidades de compreensão dos assuntos em discussão, que foram destinados a estudantes no final do ensino médio; e iii) didática: previu-se as restrições físicas da instituição de ensino – como espaço, materiais e recursos – e limitações de tempo para a realização das atividades.

A proposta para a estruturação das atividades da SDI sobre fraude de méis de abelhas nativas sem ferrão está apresentada no quadro 5. Ela foi desenvolvida em sete dias, totalizando quatorze aulas, com duração de cinquenta minutos cada. A delimitação dos elementos considerou os conteúdos a serem aprendidos em diferentes fases da intervenção didática. Abaixo, seguem as informações sobre os principais conteúdos e atividades relacionados a cada aula, seguido de principais objetivos de aprendizagem e materiais disponibilizados para os estudantes, inspirado na proposta de Conrado (2013), Conrado *et al.* (2016) e Conrado *et al.* (2018). De acordo com a proposta elaborada, nas abordagens desenvolvidas em torno dos três casos apresentados, em determinados momentos, um conteúdo terá uma dimensão conceitual predominante (por exemplo, em atividades de leitura e de definição de termos), em outros momentos a dimensão procedimental terá destaque (por exemplo, em atividades de investigação, elaboração de argumentos ou uso de equipamentos) e, em outros, a dimensão atitudinal foi mais destacada (por exemplo, em atividades de discussão de legislação e valores morais, emissão de juízo moral, trabalho colaborativo ou organização de ações sociopolíticas).

Quadro 5 – Estruturação das atividades da SDI sobre fraude de méis de abelhas nativas sem ferrão.

Aula	Ênfase em relação à dimensão dos conteúdos CPA	Atividades	Local
1	Ações iniciais.	<ul style="list-style-type: none"> - Levantamento de concepções prévias. - Apresentação da proposta. - Formação de grupos (equipes de estudantes). - Apresentação de bases do modelo de argumentação de Toulmin (2006) para auxiliar na resolução dos casos. - Apresentação, discussão e resolução conjunta de uma QSC a respeito de um caso do sobre adulteração de mel de urucu (caso 1), com o fornecimento de materiais para auxiliar na fundamentação teórica das justificativas para a sua resolução e de acordo com a didática das cinco fases. 	Sala de aula da escola
2	<p>C - Conhecimento de significados envolvendo interações químico-representacionais dos carboidratos.</p> <p>P - Modelagem de representações estruturais de carboidratos presentes no mel.</p> <p>A - Avaliação sobre as principais características de méis de abelhas nativas sem ferrão.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Construir representações estruturais de carboidratos, utilizando modelos moleculares. - Preparar um quadro informativo sobre a influência dos carboidratos nas características físico-químicas dos méis de abelhas nativas sem ferrão - Discussão geral (toda a sala) do caso 1 e apresentação de argumento e relações CTSA do caso (ênfase em química, biologia e ética). - Atividades de construção de mapa das relações CTSA, elaboração de argumentos e recomendação de ações sociopolíticas, com foco no caso 1. 	Sala de aula da escola
3	<p>C - Conhecimento de especificidades em torno das abelhas nativas sem ferrão.</p> <p>P - Extração/coleta de mel.</p> <p>A - Proposição de ações sobre a criação de abelhas nativas sem ferrão.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar o manejo apícola para a extração/coleta de mel de abelhas nativas sem ferrão. - Avaliação as características sensoriais de diferentes tipos de méis. - Produção de uma ilustração de uma colônia de uma espécie de abelhas nativas sem ferrão, indicando as estruturas de armazenamento do mel. 	Meliponário no Depto de Zootecnia da UFRPE

4	<p>C - Reconhecimento de propriedades biológicas dos carboidratos.</p> <p>P - Análise de propriedades físicas e químicas de carboidratos.</p> <p>A - Comparação das propriedades e características sensoriais de edulcorantes calóricos e não-calóricos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Realização de experimentos para identificação de carboidratos. - Produção de um polarímetro didático para análises qualitativas sobre a atividade ótica de carboidratos. - Orientação para a resolução de um caso a respeito de uma QSC sobre adulteração de mel de abelha jataí (caso 2), com o fornecimento de materiais para auxiliar na fundamentação teórica das justificativas para a sua resolução e de acordo com a didática das cinco fases. 	Laboratório de ensino do Depto de Química da UFRPE
---	---	---	--

5	<p>C - Interpretação da relação entre mel e segurança alimentar.</p> <p>P - Investigações sobre a adulterações em méis.</p> <p>A - Discussão sobre fraudes de méis.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Sistematização das semelhanças e diferenças de méis de abelhas nativas. - Realizar análises qualitativas de carboidratos e de proteínas em méis de abelhas nativas sem ferrão. - Selecionar medidas de controle para fraudes de méis. - Discussão geral (toda a sala) do caso 1 e apresentação de argumento e relações CTSA do caso 2 (ênfase em química, biologia, bioquímica, nutrição e ética). 	Sala de aula da escola
6	<p>C - Descrição de ações sustentáveis relacionadas à atividade melífera.</p> <p>P - Elaboração de procedimentos de lógica e argumentação.</p> <p>A - Reflexões sobre a exploração do mel de abelhas nativas sem ferrão.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Categorizar sentidos atribuídos ao termo valor na agroecologia. - Avaliação de valores, ideologias e interesses em torno de ações sociais e de propostas comerciais voltadas à atividade apícola. - Comparar as compreensões sobre hábitos alimentares saudáveis, valor da vida e conservação ambiental de propostas voltadas à produção de mel. 	Sala de aula da escola
	<p>C - Associar atividades melíferas a perspectivas éticas bem-estaristas.</p> <p>P - Categorizar sentidos atribuídos ao termo valor na agroecologia.</p> <p>A - Julgar os posicionamentos contidos em ações no bioma Mata Atlântica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentação de um caso a respeito de uma QSC sobre a implantação de meliponário comercial em área de mata nativa (caso 3) e questões orientadoras para a mobilização de conteúdos relacionados à sua resolução (esse foi considerado o caso principal a ser abordado pelos estudantes). - Discussão de textos, vídeos e questões orientadoras, para resolução do caso e exploração de relações dos conhecimentos científicos, tecnológicos, com condicionantes sociais e ambientais sobre o tema 	Sala de aula da escola
7	<p>C - Avaliação do mercado melífero.</p> <p>P - Projeções de influências sobre a precificação.</p> <p>A - Avaliações sobre riscos de fraudes no mel.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Inferir sobre a noção de valor de produtos agroecológicos - Calcular preço de venda do mel - Estimar projeção de lucro na comercialização do mel - Formular propostas de ações ambientais, e de divulgação e vendas para méis de abelhas nativas sem ferrão. 	Sala de aula da escola

8	Culminância.	- Apresentação dos produtos da resolução do caso 3: respostas a questões relacionadas ao caso, argumentos e sugestões de ações sociopolítica	Sala de aula da escola
---	--------------	--	------------------------

Fonte: elaborado pela autora (2026).

3.4 - COLETA, TRATAMENTO E ANÁLISE DE DADOS

Os dados foram coletados a partir dos seguintes procedimentos: i) gravações das falas dos estudantes sobre a resolução dos casos; ii) “diário do caso” produzido por cada um dos grupos; iii) caderno de campo; e iv) argumento final apresentado pelos estudantes para a resolução do caso 3.

Todas as aulas foram gravadas para a posterior transcrição dos áudios. As falas dos alunos foram transcritas, de modo a preservar ao máximo suas características originais para posterior análise. As informações contidas nos diários foram sintetizadas e comparadas às resoluções apresentadas para os casos. O caderno de campo registrará as impressões e anotações da professora-pesquisadora ao longo do processo de ensino.

Todos os sujeitos da pesquisa foram representados por códigos alfanuméricos, sendo a professora-pesquisadora identificada pelo código PP e cada estudante por um código do tipo Ex, em que x representará um número de ordem atribuído aleatoriamente. Esse procedimento foi utilizado como uma das formas de garantir o anonimato. Além disso, no tratamento e na análise de dados, e na discussão dos resultados, todas as falas da professora-pesquisadora e dos estudantes foram marcadas em itálico para que, dessa forma, fossem distinguidas das demais ideias apresentadas no decorrer do texto.

O grau de argumentação final apresentado pelos estudantes para a resolução do caso 3 foi determinado com níveis argumentativos, a partir do dado “ a composição química de um mel de abelha nativa sem ferrão pode ser variável, mas mantém características relacionadas à quantidade e os tipos de carboidratos presentes” e da conclusão “variações fraudulentas na sua composição são crimes que interferem na sua qualidade e podem prejudicar os consumidores”. Para a análise dos resultados foi utilizado o modelo de argumentação de Toulmin (2007), por meio de seu modelo lógico para entender os processos argumentativos baseando-se em uma estrutura composta por: elaboração de premissas, a partir de dados; justificativas e garantias de apoio; e uma conclusão consistente. A figura 6 apresenta essa estrutura básica do esquema de Toulmin para a organização do argumento.

FIGURA 6 - Esquema do Modelo de Argumentação de Toulmin (2007).



Fonte: Conrado, Nunes-Neto e El-Hani (2015).

Os dados (D), também denominados alegações ou fatos, são afirmações (informações factuais) que fundamentam uma conclusão. As garantias (G) são afirmações que fornecem informações que ilustram os dados, e funcionam como garantia que conecta os dados apresentados à conclusão. Os apoios (A) são bases teóricas para as garantias que levam, justificam ou exemplificam um dado. As refutações (R) são afirmações que se opõem aos dados ou garantias, indicando circunstâncias em que as garantias não se aplicam ou condições de exceção. Os qualificadores (Q) são elementos que modulam o dado, indicando circunstâncias específicas em que o argumento é válido. A conclusão (C) representa o final do argumento defendido, o que se procura estabelecer com a argumentação. Maiores explicações sobre esses conceitos podem ser obtidas em Toulmin (2006) e Driver; Newton; Osborne (2000).

A avaliação do alcance dos níveis de letramento científico crítico na resolução da QSC veiculada no caso 3 envolve a dimensão dos conteúdos CPA e foi analisada com base nos indicadores propostos por Conrado, Nunes-Neto e El-Hani (2016) e por Conrado; Nunes-Neto (2018) (Quadro 6). Essa ferramenta apresenta uma gradação em estágios para cada nível do letramento científico crítico. Ela traz uma combinação entre o letramento científico crítico e cientificismo, para delimitar quatro estágios em cada nível, que os sofisticam, de modo crescente. Esse conjunto de indicadores permitirá a avaliação do alcance das dimensões CPA dos conteúdos pelos estudantes, fornecendo dados para a análise do alcance de objetivos de aprendizagem ao longo da resolução de uma QSC.

Quadro 6 – Instrumento para avaliação dos estágios de letramento científico crítico.

Nível	Estágio 0	Estágio 1	Estágio 2	Estágio 3
1.Reconhecimento de relações CTSA	Não percebe conexões e compartimentaliza questões e conhecimentos entre C, T, S, A na QSC	Indica benefícios da ciência e da tecnologia sobre sociedade e ambiente (perspectiva salvacionista)	Aponta demandas da sociedade sobre a ciência e a tecnologia ou impactos da ciência e da tecnologia sobre a sociedade e o ambiente	Reconhece que ciência e tecnologia são, em certa medida, culturalmente determinadas, indicando relações mútuas entre conhecimentos de C, T, S, A
2.Reconhecimento da influência de interesses e do poder no desenvolvimento científico e tecnológico	Assume neutralidade da ciência e da tecnologia ou não explicita valores e interesses envolvidos na atividade científica e tecnológica	Indica a influência de interesses de determinados grupos sociais no desenvolvimento científico e tecnológico	Explicita que a influência do poder, na ciência e na tecnologia, pode gerar consequências negativas para indivíduos, sociedades e ambientes	Reconhece que as atividades científica e tecnológica ocorrem sob interesses de particulares para benefícios de alguns, às custas de outros, encontrando exemplos na QSC
3. Capacidade para abordar criticamente controvérsias, para explicitar valores e para emitir juízo ético	Não aponta controvérsias e valores distintos envolvidos nas relações entre CTSA e na QSC	Menciona a presença de diferentes valores e pontos de vista envolvidos na QSC	Questiona juízos, valores e decisões próprias e dos outros Analisa criticamente contradições e coerência entre valores e condutas para formular sua própria opinião	Analisa criticamente contradições e coerência entre valores e condutas para formular sua própria opinião e juízo moral, justificados de modo fundamentado
4. Capacidade para tomada de decisão e para ações sociopolíticas	Não toma decisões sobre a QSC	Toma decisões desconsiderando consequências, prós e contras de ações e propostas	Toma decisões, considerando implicações, prós e contras e efeitos de ações e proposta	Toma decisões socioambientalmente responsáveis e parte para a ação, buscando coerência entre conhecimentos, valores, objetivos e condutas

Fonte: adaptado pela autora, com base em Conrado, Nunes-Neto e El-Hani (2016) e por Conrado; Nunes-Neto (2018)

O alcance do letramento científico crítico se relaciona à estratégia das cinco fases, já apresentados no quadro 1. As fases de preparo e de modelagem estão desenhadas na perspectiva que contribuam para o alcance dos dois primeiros níveis, pois a introdução aos estudos CTSA na educação e a noção de como resolver QSC auxiliam no reconhecimento das relações CTSA e da influência de interesses e

valores de grupos sociais que estão no poder no desenvolvimento científico e tecnológico. Por sua vez, a fase de prática guiada também contribui para o terceiro nível do letramento científico crítico, uma vez que induz à participação social, ao debate e ao posicionamento refletido e crítico. As duas últimas fases reforçam os três primeiros níveis, mas também apoiam a tomada de decisão e a execução de ações sociopolíticas. Os dados para essa análise foram tratados e organizados em uma matriz própria CTSA (anexo).

A avaliação final da SDI foi realizada junto aos estudantes pela aplicação de um questionário, conforme modelo adaptado de Conrado (2018) (apêndice).

O Quadro 7 apresenta a organização das principais informações a respeito dos procedimentos de planejamento das etapas para o percurso metodológico proposto.

Quadro 7 – Principais procedimentos de planejamento das etapas para o percurso metodológico proposto.

Etapas do percurso metodológico	Instrumentos de coleta de dados	Critérios de análise adotados
Casos e questões norteadoras	Gravações das falas. Diários do caso. Caderno de campo. Argumento no modelo de Toulmin.	Conteúdos de química orgânica, biologia, bioquímica, nutrição, ética e economia mobilizados
Objetivos de aprendizagem, com dimensões CPA do conteúdo	Formulário, questionários e caderno de campo	Conteúdos de química orgânica, biologia, bioquímica, nutrição, ética e economia mobilizados
Didática de cinco fases	Formulário e caderno de campo	Alcance dos níveis de letramento científico crítico
Atividade de argumentação/letramento científico crítico	Formulário, questionário e argumentos	Conteúdos de química orgânica, biologia, bioquímica, nutrição, ética e economia mobilizados Alcance dos níveis de letramento científico crítico Presença de discurso científicista
Avaliação da SDI	Questionário	Respostas às questões objetivas e discursivas

Fonte: elaborado pela autora (2026).

3.5 PRINCÍPIOS ÉTICOS DA PESQUISA

Considerando os aspectos éticos fundamentais em pesquisas com seres humanos, como é o caso de estudantes do terceiro ano do ensino médio, este estudo foi conduzido com todos os cuidados necessários para preservar a identidade dos participantes. Cada indivíduo teve total liberdade para desistir do estudo a qualquer momento, de acordo com sua escolha pessoal. A participação no estudo foi voluntária, condicionada à aceitação e disponibilidade do participante, além da assinatura do TCLE, um documento que garante a proteção dos envolvidos (Apêndice A). No caso de participantes menores de 18 anos, sua inclusão dependerá da assinatura do TALE, pelo próprio menor (Apêndice B), e do TCLE, por seus pais ou responsáveis legais (Apêndice C). Adicionalmente, foi obtida a autorização formal da instituição de ensino na qual os sujeitos estão matriculados, por meio da assinatura de uma carta de anuência pelo responsável da instituição (Apêndice D). Por fim, reforça-se que os participantes tinham o direito de solicitar sua retirada da pesquisa em qualquer momento, caso desejassem.

Os riscos da pesquisa incluíam a possibilidade de danos às diversas dimensões do ser humano, abrangendo aspectos físicos, psíquicos, morais, intelectuais, sociais, culturais e espirituais. Na dimensão física, poderiam ocorrer acidentes como cortes com vidrarias, queimaduras ou intoxicações químicas; para minimizar esses riscos, foi disponibilizado e exigido o uso de EPI adequados, oferecido treinamento prévio e disponibilizado suporte emergencial, como lava-olhos, chuveiro de emergência e kit de primeiros socorros. No aspecto psíquico, poderiam surgir estresse ou ansiedade; para preveni-los, foi mantido um ambiente acolhedor e suporte psicológico estará disponível. Em relação aos danos morais e intelectuais, como a violação de privacidade ou uso indevido de dados, foram adotadas medidas como anonimato, confidencialidade e assinatura do TCLE. Riscos sociais e culturais foram mitigados por meio do respeito às características e contextos dos participantes, enquanto possíveis impactos à dimensão espiritual foram evitados garantindo que nenhum procedimento contrariasse crenças ou valores individuais. Caso algum dano ocorresse, seriam providenciados atendimentos médico ou psicológico imediato, registro do incidente, ações reparadoras, além de reforço das medidas preventivas para evitar recorrências.

Essas estratégias buscavam garantir a segurança, o respeito e a integridade dos participantes ao longo de toda a pesquisa.

Apontou-se também que a pesquisa traria benefícios significativos, tanto para os alunos participantes quanto para a comunidade em geral, ao ampliar o conhecimento científico, promover o aprendizado prático e contribuir com soluções para problemas relevantes na área estudada. Além disso, anunciou-se que os resultados da pesquisa foram amplamente divulgados aos participantes, de forma clara e acessível, garantindo o retorno das informações obtidas. Adicionalmente, que, caso ocorressem danos pessoais e/ou materiais durante a realização das atividades, estaria assegurada a indenização aos participantes, conforme previsto em termos éticos e legais, reforçando o compromisso com a proteção de seus direitos. Informou-se também que os dados coletados seriam armazenados de maneira segura por um período mínimo de cinco anos, utilizando sistemas protegidos por criptografia e com acesso restrito à equipe responsável pela pesquisa, garantindo a confidencialidade e integridade das informações. Essas medidas refletem o cuidado em assegurar um impacto positivo da pesquisa, respeitando a segurança e os direitos dos envolvidos, ao mesmo tempo que se gera conhecimento com relevância para a sociedade.

Considerando os procedimentos acima elencados, todas as informações obtidas nesta pesquisa foram tratadas com total confidencialidade e somente foram divulgadas em eventos ou publicações científicas, sem qualquer identificação dos voluntários, exceto para as responsáveis pelo estudo. Ao término da pesquisa, a pesquisadora armazenará as informações coletadas em dispositivos eletrônicos locais, como computador pessoal e dispositivo USB, garantindo que todos os registros em plataformas virtuais, ambientes compartilhados ou serviços de armazenamento em nuvem sejam completamente apagados.

Por envolver registros audiovisuais e questionários, os participantes estarão sujeitos à desconforto com relação à privacidade, por conta da exposição de imagem, além do tempo e constrangimento para responder as questões, caso considerem difíceis. Assim, algumas medidas foram adotadas para proteger a identidade dos sujeitos, durante a análise de dados, identificando cada um por nomes fictícios, de forma a assegurar a confidencialidade e a privacidade bem como a proteção da imagem, através de tarjas coloridas em suas faces. A responsável

pela pesquisa supracitada assumirá o compromisso descrito no Termo de Compromisso e Confidencialidade, presente no Apêndice E.

A pesquisa foi submetida e aprovada pelo Comitê de Ética da UFRPE, e a coleta de dados somente teve início após a aprovação por este órgão, garantindo, assim, a preservação dos direitos e identidades dos participantes.

3.6 - PRODUTO DIDÁTICO

A partir da pesquisa, foi produzido um material didático, voltado a professores, na forma de cartilha, contendo uma SDI voltada à abordagem sobre carboidratos no ensino médio, baseada na temática “fraudes de méis de abelhas nativas brasileiras”. Após a defesa da dissertação, o material foi reformulado, considerando as sugestões da banca examinadora.

PRODUTO DIDÁTICO



4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo apresenta e analisa os dados produzidos a partir da aplicação da Sequência Didática Investigativa (SDI), desenvolvida ao longo de sete encontros (8 aulas), junto a estudantes do 3º ano do ensino médio. A análise foi orientada pelo referencial teórico da Educação CTSA, pelas Questões Socio Científicas (QSC) e pelo modelo de mobilização de conteúdos em suas dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais (CPA), articulado ao modelo de argumentação de Toulmin. Os dados analisados foram obtidos por meio de:

- i) questionários de sondagem inicial (anexo) e final (anexo);
- ii) registros nos “diários do caso”;
- iii) produções escritas dos argumentos finais;
- iv) observações registradas no caderno de campo da professora-pesquisadora;
- v) registros das atividades experimentais.

4.1 Concepções iniciais dos estudantes sobre o mel e sua adulteração

Com o objetivo de identificar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca do mel, de sua composição e das possíveis práticas de adulteração, foi aplicada uma sondagem diagnóstica inicial, conforme descrito nos itens anteriores. Essa etapa teve caráter essencialmente diagnóstico, não avaliativo, buscando levantar concepções espontâneas, percepções empíricas e possíveis concepções alternativas que pudessem influenciar o processo de ensino e aprendizagem ao longo da sequência didática proposta.

A sondagem revelou que os estudantes possuem conhecimentos prévios relevantes sobre o tema, construídos principalmente a partir de experiências cotidianas e do senso comum. No entanto, esses conhecimentos mostram-se, em muitos casos, fragmentados e conceitualmente inconsistentes quando analisados sob a perspectiva científica, especialmente no que se refere ao fenômeno da cristalização do mel.

O quadro 8 apresenta uma síntese das respostas obtidas na sondagem, destacando as alternativas mais frequentemente assinaladas pelos alunos em cada questão.

Quadro 8 – Síntese das respostas da sondagem

Questão	Aspecto investigado	Alternativas mais escolhidas	Tendência observada	Interpretação pedagógica
1	Critério de “mel puro” ou de boa qualidade	Cristalização / Cor / Consistência	Alta associação à cristalização	Conhecimento empírico forte, porém, sem base conceitual clara sobre o fenômeno químico
2	Conhecimento sobre mel falsificado	Açúcar/xarope de glicose; Água; corantes	Alto reconhecimento de adulteração	Alunos sabem que existe fraude, mas não dominam os efeitos químicos de cada prática
3	Interpretação da cristalização	“Mel puro nunca açucara” / “É processo natural” / “Depende”	Conflito conceitual evidente	Situação-problema ideal para aprendizagem significativa
4	Motivo da adulteração do mel	Aumentar lucro; Falta de fiscalização	Predomínio de fatores econômicos e institucionais	Alunos relacionam ciência, mercado e ética
5	Maior preocupação com mel adulterado	Risco à saúde; Prejuízo financeiro; Desrespeito ao consumidor	Preocupação ética e sanitária relevante	Indício de consciência cidadã em formação

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

De modo geral, observou-se que a maioria dos estudantes associa a qualidade e a pureza do mel a características visuais e físicas, como cor, consistência e, principalmente, à cristalização. Esse dado indica que a cristalização é percebida como um critério central para julgamento da qualidade do produto, ainda que não haja compreensão adequada de seu significado químico. Tal percepção evidencia a presença de uma concepção alternativa recorrente, na qual o mel cristalizado é interpretado como adulterado ou de qualidade inferior.

Em relação ao conhecimento sobre a adulteração do mel, os estudantes demonstraram reconhecer a existência de práticas fraudulentas, mencionando com frequência a adição de açúcar derretido, xarope de glicose ou água. Contudo, embora reconheçam essas práticas, a maioria não apresenta clareza sobre os efeitos dessas adulterações nas propriedades químicas do mel, nem sobre os métodos científicos que poderiam ser utilizados para identificá-las.

O quadro 9 apresenta o diagnóstico do conhecimento prévio dos alunos, considerando diferentes dimensões do saber mobilizado. Observa-se um predomínio do conhecimento empírico, construído a partir da observação e da experiência cotidiana, em detrimento do conhecimento científico sistematizado. Esse resultado reforça a necessidade de uma intervenção pedagógica que promova a

reorganização cognitiva desses saberes, favorecendo a ancoragem de novos conceitos científicos em estruturas cognitivas já existentes, conforme proposto por Ausubel (2003).

Quadro 9 – Diagnóstico do conhecimento prévio dos alunos

Dimensão avaliada	Nível observado	Evidência na sondagem
Conhecimento empírico	Alto	Uso de critérios visuais e sensoriais (cor, consistência, cristalização)
Conhecimento científico	Baixo a médio	Contradições sobre cristalização e pureza
Consciência ética	Média a alta	Preocupação com fraude, saúde e pequeno produtor
Disposição para investigação	Alta	Respostas variadas e argumentativas

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

A análise das respostas à questão que trata da cristalização do mel evidencia um cenário de conflito conceitual. Parte dos alunos acredita que o mel puro não cristaliza, enquanto outros reconhecem que a cristalização pode ser um processo natural, ainda que sem domínio conceitual dos fatores que o influenciam. Esse conflito é particularmente relevante do ponto de vista didático, pois indica a presença de uma situação-problema potencialmente significativa, capaz de despertar a curiosidade e a necessidade de explicação científica.

O Quadro 10 sistematiza as principais concepções alternativas identificadas na sondagem. Entre elas, destacam-se: a ideia de que a cristalização é um indicativo de fraude, a crença de que o mel puro nunca cristaliza e a associação exclusiva da qualidade do mel à sua aparência visual. Tais concepções, embora cientificamente inadequadas, desempenham papel fundamental no processo de aprendizagem, uma vez que constituem os subsunçores a partir dos quais novos significados poderão ser construídos.

Quadro 10 – Principais concepções alternativas identificadas

Concepção alternativa	Evidência nas respostas	Potencial de intervenção didática
“Mel puro nunca cristaliza”	Questão 3 (alternativa a)	Introdução de conceitos de solução supersaturada
“Cristalização indica fraude”	Questões 1 e 3	Experimento comparativo com mel e soluções açucaradas
“Aparência define qualidade”	Questão 1	Discussão sobre composição química e não apenas aspecto visual

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

No que se refere às dimensões ética e social, os estudantes demonstraram preocupação com os impactos da adulteração do mel, especialmente no que diz respeito à saúde do consumidor, ao prejuízo financeiro e ao desrespeito ao pequeno produtor. Esses dados indicam que o tema apresenta elevado potencial interdisciplinar, permitindo articular conteúdos científicos a discussões éticas, econômicas e sociais, em consonância com as diretrizes da educação científica contemporânea.

Dessa forma, a análise da sondagem diagnóstica confirmou a pertinência do tema escolhido e justificou a elaboração da sequência didática baseada na problematização do fenômeno da cristalização do mel e na investigação experimental. Ao identificar concepções alternativas e conhecimentos prévios relevantes, a sondagem cumpriu seu papel de orientar o planejamento pedagógico, possibilitando a construção de situações de aprendizagem potencialmente significativas, nas quais o conhecimento científico pudesse ser progressivamente incorporado de forma crítica e contextualizada.

A análise das respostas ao Questionário de Sondagem Inicial evidencia que, antes da intervenção didática, a maioria dos estudantes associava a qualidade do mel predominantemente a aspectos sensoriais, como cor e viscosidade, demonstrando uma compreensão limitada sobre sua composição química e sobre os processos de adulteração.

Aluno A:

“Acho que o mel de boa qualidade é aquele que é mais grosso e escuro, porque parece ser mais natural.”

Aluno B:

“Para mim, quando o mel açucara ou fica duro é porque tem alguma coisa misturada nele, então não deve ser puro.”

Aluno C:

“O mel bom é aquele que não muda muito, que fica sempre igual, sem cristalizar e com gosto doce.”

Esses dados indicam concepções prévias ancoradas no senso comum, o que reforça a pertinência da abordagem investigativa e sociocientífica proposta, conforme defendem autores da Educação CTSA.

4.2 Mobilização de conteúdos procedimentais na investigação experimental

Durante o segundo encontro, os estudantes realizaram análises sensoriais e testes químicos simplificados (Reação de Lugol e Reação de Lund), conforme descrito no roteiro experimental. Observou-se que os grupos formularam hipóteses, registraram observações e interpretaram resultados, mobilizando procedimentos típicos da prática científica escolar.

Os registros nos “diários do caso” evidenciam que os estudantes compreenderam a função dos testes químicos como ferramentas para a obtenção de evidências empíricas, indo além da simples execução mecânica dos procedimentos, mas articulando hipóteses iniciais, observações experimentais e conclusões preliminares. Como exemplo, um dos grupos registrou:

“Achamos que o mel poderia estar adulterado porque ele estava muito ralo. Quando colocamos o Lugol, a amostra ficou escura e no teste de Lund não apareceu precipitado. Pelo resultado dos testes, acreditamos que o mel não é puro.” (Diário de Caso – Grupo 1)

Essa etapa revelou a mobilização da dimensão procedimental do conteúdo, associada à aprendizagem investigativa.

4.3 Construção da argumentação científica a partir do Modelo de Toulmin

No terceiro encontro, os estudantes foram orientados a estruturar seus argumentos utilizando um modelo adaptado da argumentação de Toulmin. A análise das produções escritas finais mostra que os grupos foram capazes de articular dados empíricos, conhecimentos teóricos e justificativas para sustentar suas conclusões sobre a adulteração do mel.

4.4 Comparação entre concepções iniciais e finais dos estudantes

A comparação entre os questionários inicial e final evidencia avanços significativos na compreensão dos estudantes sobre a composição do mel, os processos de adulteração e os aspectos éticos e socioambientais envolvidos. Após a SDI, observa-se maior valorização de critérios científicos, bem como maior

sensibilidade às implicações sociais, econômicas e ambientais da fraude em méis de abelhas nativas sem ferrão, indicando indícios de letramento científico crítico.

ANÁLISE DE UM ARGUMENTO (Toulmin + CPA)

Análise do Argumento do Grupo X

Conclusão: “O mel analisado está adulterado.”

Dados: “O teste de Lugol apresentou coloração azul-escura e a amostra não formou precipitado na reação de Lund.”

Garantia: “A presença de amido e a ausência de proteínas indicam adição de substâncias externas ao mel genuíno.”

Conhecimento Científico: “O mel puro é composto majoritariamente por monossacarídeos e contém proteínas naturais provenientes do néctar e das abelhas.”

Refutação: “O resultado não foi causado por erro experimental, pois o teste foi repetido e comparado com uma amostra de mel puro.”

A Sondagem II foi aplicada ao longo do desenvolvimento da sequência didática com o objetivo de acompanhar o processo de aprendizagem dos estudantes, investigando seu nível de interesse, a percepção sobre as estratégias metodológicas utilizadas e a relevância atribuída às dimensões éticas, sociais e socioambientais associadas à temática da adulteração do mel. Diferentemente da sondagem inicial, de caráter diagnóstico, este instrumento teve função formativa, permitindo observar indícios do envolvimento dos estudantes e da construção progressiva de significados.

De modo geral, os resultados indicam que a maioria dos estudantes avaliou seu interesse inicial pelo tema como médio ou alto, o que favoreceu a participação nas atividades propostas. Mesmo entre aqueles que declararam interesse inicial mais baixo, observou-se adesão às práticas desenvolvidas, especialmente às atividades experimentais e aos momentos de discussão coletiva, sugerindo que a abordagem contextualizada contribuiu para despertar a curiosidade e o engajamento ao longo da sequência.

As atividades práticas voltadas à identificação de possíveis adulterações no mel foram amplamente reconhecidas como facilitadoras da compreensão do conteúdo de carboidratos. Os estudantes relataram que a realização de testes e a observação direta dos resultados possibilitaram relacionar conceitos abstratos, como

composição química e presença de açúcares, com situações concretas do cotidiano alimentar. Esse aspecto evidencia o papel das atividades experimentais como mediadoras da aprendizagem, ao aproximar o conteúdo científico da realidade dos alunos.

O estudo de caso sobre fraude em mel também foi apontado, pela maioria dos participantes, como um recurso que favoreceu a conexão entre os conhecimentos escolares e situações reais. Ao analisar exemplos concretos de adulteração, os estudantes puderam compreender a aplicação prática dos conceitos estudados, bem como refletir sobre as implicações do uso inadequado de substâncias na composição dos alimentos.

Outro aspecto relevante identificado na Sondagem II refere-se às discussões em grupo e às abordagens sociocientíficas adotadas ao longo da sequência didática. A maior parte dos estudantes reconheceu que os debates sobre aspectos éticos e sociais da adulteração do mel contribuíram para ampliar a compreensão da importância do tema, especialmente no que diz respeito ao respeito ao consumidor e aos impactos econômicos para produtores honestos. Além disso, as discussões sobre questões socioambientais, como desmatamento e práticas de alimentação artificial das abelhas, favoreceram uma visão mais abrangente do problema, indo além do enfoque exclusivamente químico.

Por fim, os estudantes avaliaram positivamente o uso de atividades sociocientíficas, como a investigação de fraudes reais, indicando que esse tipo de abordagem tornou as aulas mais interessantes e significativas. Esses resultados sugerem que a sequência didática promoveu não apenas a compreensão gradual dos conceitos de carboidratos, mas também o desenvolvimento de uma postura crítica e contextualizada em relação à qualidade dos alimentos.

Assim, a análise da Sondagem II evidencia que, ao longo do processo, os estudantes passaram a atribuir maior sentido aos conteúdos trabalhados, estabelecendo relações entre conhecimentos prévios, experiências práticas e discussões coletivas. Esses indícios apontam para a construção progressiva de significados, em consonância com os pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa, preparando o terreno para a consolidação conceitual observada na sondagem final.

O quadro 11 apresenta uma síntese dos principais resultados obtidos na Sondagem Intermediária, aplicada após o desenvolvimento das atividades centrais da sequência didática. Os dados revelam avanços importantes no interesse, na compreensão conceitual e na capacidade de contextualização dos conteúdos de Química, indicando que as estratégias adotadas contribuíram para a construção progressiva de significados.

Quadro 11 - Síntese dos principais resultados obtidos na Sondagem Intermediária, aplicada após o desenvolvimento das atividades centrais da sequência didática.

Eixo de análise	Indicadores avaliados	Síntese dos resultados observados	Interpretação pedagógica
Interesse pelo tema	Grau de interesse declarado antes da sequência didática	Observou-se predominância de respostas entre “baixo” e “médio” interesse inicial, com poucos estudantes indicando alto interesse pelo tema antes das atividades.	Indica que o conteúdo, quando apresentado de forma tradicional, não despertava grande engajamento, reforçando a necessidade de estratégias contextualizadas.
Compreensão do conteúdo de carboidratos	Percepção sobre a contribuição das atividades práticas	A maioria dos estudantes assinalou “concordo” ou “concordo totalmente” quanto à contribuição das aulas práticas para a compreensão do conteúdo.	Evidencia que a experimentação atuou como elemento facilitador da aprendizagem, promovendo ancoragem conceitual.
Contextualização do conhecimento	Relação entre estudo de caso e situações reais	Predominaram respostas afirmativas indicando que o estudo de caso sobre fraude do mel facilitou a conexão entre o conteúdo químico e situações do cotidiano.	Demonstra avanço na contextualização do conhecimento científico, favorecendo aprendizagem com significado.
Estratégias didáticas mais relevantes	Identificação da etapa mais significativa da sequência	As aulas práticas de identificação de adulteração foram apontadas como as mais relevantes para o aprendizado, superando estudo de caso e discussões em grupo.	Reforça o papel central da atividade experimental como organizador prévio e elemento motivador.
Evolução da compreensão conceitual	Autopercepção de aprendizagem após a sequência	A maioria dos estudantes relatou compreender melhor ou muito melhor o que são carboidratos e como aparecem nos alimentos.	Indica diferenciação progressiva dos conceitos e reorganização dos conhecimentos prévios.

Dimensão ética e social	Reconhecimento da importância do tema	A maior parte dos estudantes respondeu afirmativamente quanto à relevância ética e social da adulteração do mel.	Revela ampliação da visão do conteúdo para além do aspecto químico, incorporando valores sociais.
Dimensão socioambiental	Relação entre adulteração e	Parte significativa dos estudantes reconheceu, total ou parcialmente, a	Sugere início de sensibilização ambiental,
	impactos ambientais	importância dos aspectos socioambientais envolvidos.	ainda em processo de consolidação conceitual.
Engajamento com atividades sociocientíficas	Avaliação do interesse gerado pelas atividades propostas	A maioria indicou que as atividades sociocientíficas tornaram as aulas mais interessantes.	Evidencia aumento do engajamento e maior envolvimento ativo no processo de aprendizagem.

Fonte: Elaborado pela autora (2026).

Análise da Sondagem Final: evidências de evolução conceitual e aprendizagem significativa

A Sondagem Final foi aplicada ao término da sequência didática com o objetivo de avaliar as transformações nas concepções dos estudantes acerca do mel, de sua composição química e dos processos de adulteração, bem como verificar em que medida os objetivos de aprendizagem propostos foram alcançados. Esse instrumento permitiu comparar as concepções iniciais, identificadas na sondagem diagnóstica, com os conhecimentos mobilizados após a realização das atividades experimentais, dos estudos de caso e das discussões sociocientíficas, conforme verificado no quadro 12.

De modo geral, os resultados evidenciam uma mudança significativa na forma como os estudantes passaram a compreender a qualidade do mel. Enquanto na sondagem inicial predominavam critérios essencialmente sensoriais, como cor, viscosidade e aparência visual, na sondagem final observa-se maior reconhecimento de aspectos relacionados à composição química e aos processos naturais do produto. Em particular, destaca-se a superação da concepção de que a cristalização do mel é indicativo de fraude, passando a ser compreendida, pela maioria dos estudantes, como um fenômeno natural associado à presença e à proporção de açúcares, especialmente a glicose.

As respostas à questão que problematizava a afirmação “esse mel é falso porque ficou duro e açucarou” revelam esse avanço conceitual. Na sondagem final, a maior parte dos estudantes classificou a afirmação como incorreta, justificando que o processo de cristalização ocorre naturalmente em méis puros. Esse resultado contrasta com as respostas iniciais, nas quais a cristalização era frequentemente associada à adulteração, evidenciando uma reorganização dos conhecimentos prévios a partir da intervenção didática.

No que se refere ao entendimento sobre adulteração do mel, os estudantes demonstraram maior clareza quanto às práticas utilizadas para fraudar o produto, como a adição de açúcares ou xaropes, bem como maior consciência dos impactos dessas ações. As respostas indicam que, ao final da sequência, os alunos passaram a reconhecer a adulteração não apenas como um problema químico, mas também como uma questão ética, econômica e social, envolvendo prejuízos ao consumidor

e aos pequenos produtores.

As questões abertas da sondagem final reforçam esses achados. Os registros escritos dos estudantes apontam que as atividades práticas realizadas em laboratório e a análise de situações reais foram decisivas para a compreensão do conteúdo. Expressões como “as aulas práticas ajudaram a entender melhor”, “os experimentos mostraram como identificar a fraude” e “as explicações em sala facilitaram o entendimento” aparecem de forma recorrente, indicando que os alunos atribuem sentido ao conhecimento construído a partir da articulação entre teoria e prática. Além disso, observa-se que os estudantes passaram a demonstrar maior criticidade em relação às informações presentes nos rótulos dos produtos e às características visuais do mel, reconhecendo que esses elementos, isoladamente, não são suficientes para garantir sua qualidade. Essa mudança de postura sugere o desenvolvimento de uma atitude mais reflexiva e informada diante do consumo de alimentos, um dos objetivos centrais da proposta pedagógica.

À luz da Teoria da Aprendizagem Significativa, os resultados da sondagem final indicam que os conhecimentos prévios identificados inicialmente — ainda que marcados por concepções alternativas — funcionaram como subsunçores para a construção de novos significados. A intervenção didática possibilitou a diferenciação progressiva desses conceitos, especialmente no que diz respeito à cristalização do mel, à composição de carboidratos e às formas de adulteração, promovendo uma aprendizagem mais estável e integrada.

Dessa forma, a análise da sondagem final permite concluir que a sequência didática contribuiu de maneira efetiva para a evolução conceitual dos estudantes, favorecendo não apenas a compreensão dos conteúdos de Química relacionados aos carboidratos, mas também a formação de uma visão crítica sobre a qualidade dos alimentos e suas implicações sociais. Esses resultados corroboram a relevância do uso de abordagens contextualizadas, experimentais e sociocientíficas no ensino de Química.

A análise ampliada dos Questionários de Sondagem Final evidencia avanços conceituais relevantes no entendimento dos estudantes acerca da composição do mel e de suas possíveis adulterações. Observa-se que, embora algumas concepções iniciais — especialmente aquelas relacionadas à cristalização como indício de falsificação — ainda persistam, cresce o reconhecimento desse fenômeno como um processo natural do mel. A coexistência de ideias científicas e concepções alternativas caracteriza um conflito cognitivo produtivo, fundamental para a aprendizagem significativa. Ademais, a valorização recorrente das atividades práticas e experimentais reforça o papel da experimentação como elemento central na ressignificação dos conhecimentos prévios, promovendo uma compreensão mais crítica e contextualizada sobre a qualidade dos alimentos e os conceitos químicos envolvidos.

Quadro 12 – Síntese consolidada das concepções dos estudantes no Questionário de Sondagem Final

Eixo de análise	Evidências observadas nos questionários finais (conjunto ampliado)	Interpretação pedagógica
Crítérios de qualidade do mel	Os estudantes indicam, de forma recorrente, a cristalização e a consistência como critérios de qualidade; em menor proporção, surgem referências ao rótulo e à composição	Indica persistência parcial de concepções alternativas , ainda ancoradas em aspectos sensoriais
Cristalização do mel	Cresce o número de respostas que reconhecem a cristalização como processo natural; contudo, coexistem respostas que ainda a associam à falsificação	Evidencia conflito cognitivo produtivo , característico da aprendizagem significativa
Conhecimento sobre adulteração	A maioria identifica corretamente a adição de açúcar derretido, xarope de glicose e água como formas de adulteração	Demonstra ampliação do repertório conceitual em relação ao diagnóstico de fraudes
Motivações para adulteração	Predominam explicações associadas ao aumento do lucro, baixa produtividade do mel nativo e ampliação da quantidade vendida	Revela articulação entre ciência, economia e ética , indo além da dimensão técnica
Preocupações do consumidor	Destacam-se preocupações com prejuízo financeiro, riscos à saúde e desrespeito ao consumidor	Indica desenvolvimento de consciência crítica e cidadã
Avaliação da sequência didática	As aulas práticas, experimentos laboratoriais e a integração com aulas teóricas são apontadas como os principais fatores de aprendizagem	Confirma a eficácia da abordagem investigativa e experimental
Compreensão sobre carboidratos	Aparecem referências ao fato de o mel conter diferentes açúcares e à utilidade dos testes químicos para identificar adulterações	Evidencia apropriação inicial de conceitos químicos , especialmente relacionados aos carboidratos

Fonte: Elaborado pela autora (2026).

O Quadro 13 apresenta uma síntese dos principais resultados obtidos na Sondagem Intermediária, aplicada após o desenvolvimento das atividades centrais da sequência didática. Os dados revelam avanços importantes no interesse, na compreensão conceitual e na capacidade de contextualização dos conteúdos de Química, indicando que as estratégias adotadas contribuíram para a construção progressiva de significados.

Quadro 13 – Comparativo dos resultados das sondagens Inicial, Intermediária e Final

Eixo de análise	Sondagem Inicial	Sondagem Intermediária (II)	Sondagem Final	Evolução observada
Interesse pelo tema	Predominância de baixo ou médio interesse pelo tema “mel e carboidratos”, associado à percepção de conteúdo abstrato.	Aumento do interesse declarado, especialmente após a realização das atividades práticas e do estudo de caso.	Predomínio de respostas indicando alto interesse pelo tema e reconhecimento de sua relevância.	Progressão clara de engajamento, associada à contextualização e à experimentação.
Concepções sobre qualidade do mel	Associação da qualidade do mel à aparência, cor e viscosidade; crença de que a cristalização indica adulteração.	Início da problematização dessas concepções, com questionamentos durante as atividades práticas.	Reconhecimento de que a cristalização é um processo natural e que a qualidade envolve composição química.	Superação gradual de concepções alternativas por diferenciação progressiva.
Compreensão sobre carboidratos	Conhecimento fragmentado, baseado em definições memorizadas e pouco contextualizadas.	Maior compreensão conceitual, especialmente sobre a presença de carboidratos no mel e em alimentos.	Consolidação do entendimento sobre carboidratos, sua função e formas de identificação.	Reorganização conceitual com integração entre teoria e prática.
Capacidade de contextualização	Baixa relação entre o conteúdo químico e situações do cotidiano.	Forte reconhecimento da conexão entre fraude do mel e conceitos químicos.	Capacidade de aplicar os conceitos a novas situações e discussões.	Ampliação da aprendizagem significativa contextualizada.
Estratégias didáticas mais relevantes	Expectativa centrada em aulas expositivas tradicionais.	Valorização das aulas práticas e do estudo de caso.	Confirmação das atividades experimentais como principais facilitadoras da aprendizagem.	Consolidação da experimentação como eixo estruturante da sequência didática.
Dimensão ética e social	Pouca ou nenhuma percepção dos impactos sociais da adulteração do mel.	Reconhecimento inicial da dimensão ética da fraude alimentar.	Clareza quanto aos impactos sociais, econômicos e de saúde pública.	Ampliação da visão crítica e cidadã dos estudantes.

Dimensão socioambiental	Desconhecimento da relação entre	Sensibilização parcial para	Reconhecimento mais consistente	Avanço gradual na consciência
	produção de mel, meio ambiente e práticas humanas.	questões ambientais (desmatamento, alimentação artificial das abelhas).	das implicações socioambientais.	ambiental integrada ao conteúdo científico.
Engajamento com atividades sociocientíficas	Participação passiva e pouco questionadora.	Aumento do envolvimento e da curiosidade investigativa.	Participação ativa, com maior autonomia e interesse investigativo.	Fortalecimento da postura investigativa e crítica.

Fonte: Elaborado pela autora (2026).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A síntese comparativa dos resultados das sondagens inicial, intermediária e final permite compreender a aprendizagem dos estudantes como um processo progressivo e não linear, marcado pela reorganização gradual de conceitos e pela ampliação da compreensão sobre o tema investigado. Os dados evidenciam que as concepções iniciais, fortemente baseadas em critérios sensoriais e no senso comum, não foram simplesmente substituídas, mas ressignificadas ao longo da sequência didática, atuando como subsunçores para a construção de novos significados.

Observa-se que a sondagem intermediária desempenhou papel fundamental ao revelar o momento de transição conceitual vivido pelos estudantes durante o desenvolvimento da sequência didática. Nesse estágio, ideias científicas e concepções alternativas coexistem, caracterizando um conflito cognitivo produtivo, essencial para a aprendizagem significativa. Esse resultado indica que a intervenção pedagógica atuou de forma mediadora, favorecendo a diferenciação progressiva dos conceitos relacionados à cristalização do mel, à composição de carboidratos e às práticas de adulteração.

A sondagem final, por sua vez, evidencia a consolidação de avanços conceituais importantes, especialmente no reconhecimento da cristalização como um processo natural do mel e na compreensão mais ampla dos critérios de qualidade e autenticidade do produto. Além disso, os estudantes passaram a mobilizar explicações que articulam aspectos químicos, éticos e sociais, demonstrando maior capacidade de contextualização e aplicação do conhecimento em situações reais.

Do ponto de vista metodológico, a análise comparativa das três sondagens confirma a relevância da abordagem investigativa adotada, bem como o papel central das atividades experimentais e sociocientíficas na promoção da aprendizagem significativa. A valorização recorrente das aulas práticas, do estudo de caso e das discussões em grupo indica que essas estratégias contribuíram para aumentar o engajamento dos estudantes e para atribuir sentido aos conteúdos trabalhados.

À luz da Teoria da Aprendizagem Significativa, os resultados sugerem que a sequência didática possibilitou a reorganização da estrutura cognitiva dos estudantes, promovendo a integração entre conhecimentos prévios e novos

conceitos científicos. Dessa forma, a síntese comparativa apresentada reforça o potencial de propostas pedagógicas contextualizadas e experimentais para o ensino de Química, especialmente quando articuladas a problemáticas reais e socialmente relevantes, como a qualidade e a adulteração de alimentos.

REFERÊNCIAS

- ABD JALIL, M. A.; KASMURI, A. R.; HADI, H. **Stingless Bee Honey, the Natural Wound Healer: A Review**. *Skin Pharmacology and Physiology*, v. 30, n. 2, p. 66–75, 2017.
- ACHIGBE, J. O.; IGIRI, C. E.; EFFIONG, O. E. **Teaching Science Education with special reference to Morals, Values, Ethics, and Character Education**. *IJRDO - Journal of Educational Research*, v.4, n.7, p.1-13, 2019.
- AGUIAR, A. C. D. S. **Panorama e perspectivas da cadeia produtiva do mel no Brasil**. Trabalho de conclusão de curso. Uberlandia, MG: Universidade Federal de Uberlandia, 2018.
- ALBUQUERQUE, Juliana Cosme Gomes; SOBRINHO, Maria Elizangela; DE LIMA LINS, Tulio Cesar. **Análise da qualidade do mel de abelha comercializado com e sem inspeção na região de Brasília-DF, Brasil**. *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde*, v. 42, n. 1, p. 71-80, 2021.
- ALCÂNTARA NR; MORAES FILHO AV. **Elaboração e utilização de um aplicativo como ferramenta no ensino de Bioquímica: carboidratos, lipídios, proteínas e ácidos nucleicos**. *Revista de Ensino de Bioquímica*, 23;13(3):54-72, 2015.
- ALMEIDA-MURADIAN, L. B. et al. **Comparative study of the physicochemical and palynological characteristics of honey from *Melipona subnitida* and *Apis mellifera***. *International Journal of Food Science and Technology*, v. 48, n. 8, p. 1698–1706, 2013.
- ALQARNI, A. S.; OWAYSS, A. A.; MAHMOUD, A. A.; HANNAN, M. A. **Mineral content and physical properties of local and imported honeys in Saudi Arabia**. *Journal of Saudi Chemical Society*, v. 18, n. 5, p. 618–625, 2014.
- ANACLETO, D. D. A.; SOUZA, B. D. A.; MARCHINI, L. C.; MORETI, A. C. D. C. C. **Composição de amostras de mel de abelha Jataí (*Tetragonisca angustula latreille*, 1811)**. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 29, n. 3, p. 535–541, 2009.
- ARAUCO, Elvira Maria Romero. **Avaliação da qualidade do mel e atividade da enzima invertase em *Apis mellifera* L. africanizadas**. 2005.

ARREAZA, Antonio Luis Vicente. **Epidemiologia crítica: por uma práxis teórica do saber agir**. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 17, p. 1001-1013, 2012.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. **Alfabetização Científico-Tecnológica para quê?** Ensaio, v.3, n.2, p.122-134, 2001.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. **Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências**. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. v.5, n.2, p. 337, 2006.

ÁVILA, Suelen. **Determinação de parâmetros de qualidade de mel de abelhas sem ferrão utilizando ferramentas quimiométricas**. 2019. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos)–Setor de Tecnologia. Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

BACICH, Lilian; MORAN, José. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Penso Editora, 2018.

BALLONI, Antonio Jose. *Apiário a morada dos rios*. Disponível em: , 1999. Acesso em: 16 dez. 2010.

BARBOSA, Deise Barbosa et al. **As abelhas e seu serviço ecossistêmico de polinização**. *Revista Eletrônica Científica da UERGS*, v. 3, n. 4, p. 694-703, 2017.

BARRETT, S.; PEDRETTI, E. **Conflicting orientations to science – technology – society – environment education**. *School Science and Mathematics*, v.106, n.5, p.21-31, 2006.

BARTELLI, B. F.; NOGUEIRA-FERREIRA, F. H. **Pollination services provided by *Melipona quadrifasciata* Lepelletier (Hymenoptera: Meliponini) in greenhouses with *Solanum lycopersicum* L. (Solanaceae)**. *Sociobiology*, v. 61, n. 4, p. 510–516, 2014.

BAZZUL, J. **Ethics and Science Education: How Subjectivity Matters**. New York: Springer International Publishing, 2016.

BENCZE, Larry *et al.* **Estudantes agindo para abordar danos pessoais, sociais, ambientais relacionados à ciência e à tecnologia**. *In: CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei (org.). Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas*. Salvador: UFBA, 2018. p. 515-562.

BIANCHI, Eduardo Mario. **La miel tiene um valor nutritivo que supera al del açúcar**. Santiago del Estero: Universidade Nacional de Santiago del Estero. Centro de Investigações Apícolas. 1979. p. 1-4.

BILUCA, F. C.; BRAGHINI, F.; GONZAGA, L. V.; COSTA, A. C. O.; FETT, R. **Physicochemical profiles, minerals and bioactive compounds of stingless bee honey (Meliponinae)**. Journal of Food Composition and Analysis, v. 50, n. July, p. 61–69, 2016.

BIZZO, N. **Ciências: Fácil ou difícil**. 2ª ed. 10ª impressão. São Paulo: Ed. Ática, 2008.

BONILLA, Alcira B. **Ética: Questões e problemas contemporâneos**. Revista Dissertatio de Filosofia, v. 28, p. 11-32, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento [MAPA]. 2017. Decreto n. 9.013, de 29 de março de 2017. Regulamenta a lei nº 1.283, de 18 de março de 1989 que dispõe sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Diário Oficial da União. Brasília, DF.

BRUICE, P. Y.; **Química Orgânica** - vol. 1 e 2, 4ª ed., Pearson - Prentice Hall, São Paulo, 2006.

BUENO, Juliane Zacharias. **Fundamentos éticos e formação moral na pedagogia historicocrítica**. Dissertação (Mestrado em Educação Escolar) – Universidade Estadual Paulista. 2009.

BYBEE, R. W. **Teaching Science as Inquiry. Inquiring into Inquiry Learning and Teaching in Science**. (J. Minstrell & Emily H. van Zee, eds.) p. 20-46. AAAS, Washington, DC, 2000.

CAMARGO, Ricardo Costa Rodrigues de; OLIVEIRA, Karen Linelle de; BERTO, Maria Isabel. **Mel de abelhas sem ferrão: proposta de regulamentação**. Brazilian Journal of Food Technology, v. 20, 2017.

CAMPOS, G.; NAPPI, G. U.; RASLAN, D. S.; AUGUSTI, R. **Substâncias voláteis em mel floral e mel de melato**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 20, n. 1, p. 18-22, abr. 2000.

CAREY, F. A.; **Química Orgânica**, 7ª ed., vol. 1 e 2, AMGH Editora Ltda, Porto Alegre, 2011.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning,

2013.

CARVALHO, I. N. et al. **Projetos de lei no ensino de ciências: possibilidades para modelagem de questões socio-científicas**. In: Atas do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (X ENPEC). Águas de Lindóia: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação Ciências, 2016.

CAVALCANTE, Beatriz Pereira; DOS SANTOS TEIXEIRA, Aline Maria; MARCELO, Luciana Resende. **O desastre de Mariana como abordagem investigativa e CTSA no ensino de Química**. Revista de Educação, Ciências e Matemática, v. 9, n. 2, 2019.

CAVALCANTI, Eduardo Luiz Dias; SOARES, M. H. F. B. **O uso do jogo de roles (roleplaying game) como estratégia de discussão e avaliação do conhecimento químico**. Revista electrónica de enseñanza de las ciencias, v. 8, n. 1, p. 255-282, 2009.

CELLA, Ivanir; AMANDIO; Dylan Thomas Telles; FAITA Marcia Regina. **Meliponicultura**. Boletim Didático, 141 Epagri: Florianópolis, 2018. p.56.

CHASSOT, Attico. **Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social**. Revista brasileira de educação, p. 89-100, 2003.

CHAUI, Marilena. **Convite à filosofia**. 1995.

CHUTTONG, B.; CHANBANG, Y.; SRINGARM, K.; BURGETT, M. **Physicochemical profiles of stingless bee (Apidae: Meliponini) honey from South East Asia (Thailand)**. Food Chemistry, v. 192, p. 149–155, 2016a.

COLL, C. *et al.* **Los contenidos de la Reforma**. Enseñanza y aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes. Madrid: Santillana, 1992.

CODEX ALIMENTARIUS. **Revised codex standard for honey**. Rev. 2 [2001]. 24th Session of the Codex Alimentarius in 2001. Disponível em: www.codexalimentarius.net/standard. Acesso em: 20 abr. 2020.

COLUCCI-GRAY, L. et al. **From scientific literacy to sustainability literacy: An ecological framework for education**. Science Education, v.90, n.2, p.227-252, 2006.

CONCEIÇÃO, Valdir Silva et al. **Geographic indication of bee honey from alagoinhas-bahia: a possibility**. Revista INGI-Indicação Geográfica e Inovação, v. 6, n. 3, p. 1787-1800, 2022.

CONRADO, D. M. *et al.* **Declínio de polinizadores como uma questão**

sociocientífica para o ensino de biologia. In: CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. F. (Orgs.). **Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas.** Salvador: EDUFBA, 2018.

CONRADO, D. M. *et al.* **Evolução e ética na tomada de decisão em questões sociocientíficas.** Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias (REEC), v. Especial, p. 803-807, 2013.

CONRADO, D. M. **Uso de conhecimentos evolutivo e ético na tomada de decisão por estudantes de biologia.** 2013. 220p. Tese (Doutorado), Programa de PósGraduação em Ecologia e Biomonitoramento, Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia, 2013.

CONRADO, D. M.; EL-HANI, C. N.; NUNES-NETO, N. F. **Sobre a ética ambiental na formação do biólogo.** Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental (REMEA), v. 30, n. 1, p. 120–139, jan./ jun. 2013.

CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. F. **Dimensões do conteúdo em questões sociocientíficas no ensino de ecologia.** In: Atas do Encontro Nacional de Educação em Ciências (ENEC 2015), v.16, p.432-435, Lisboa, 2015a.

CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. F.; EL-HANI, C. N. **Análise de argumentos em uma questão sociocientífica no ensino de biologia.** Revista da SBEnBio, n.9, p.5522-5534, 2016.

CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. F.; EL-HANI, C. N. **Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) na Educação Científica como Estratégia para Formação do Cidadão Socioambientalmente Responsável.** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC), v.14, p.77-87, 2014.

CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. F.; EL-HANI, C. N. **Argumentação sobre problemas socioambientais no ensino de biologia.** Educação em Revista, v.31, p.329-357, 2015.

CONRADO, Dália Melissa; EL-HANI, Charbel Niño; DE FREITAS NUNES-NETO, Nei. **Sobre a ética ambiental na formação do biólogo.** REMEA-Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental, v. 30, n. 1, p. 120-139, 2013.

CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei. **Questões sociocientíficas e dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais dos conteúdos no ensino**

de ciências. In: CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei (org.). Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas. Salvador: UFBA, 2018. p. 77-118.

CORREIA, A. M. N. **Fraude Alimentar: fatores de risco e medidas de controlo e prevenção.** Tese de doutorado. Lisboa, PT: Universidade Nova de Lisboa, 2018.

COSTA, A. C. V. DA J. M. B. S.; SILVA, M. A. A. P. DA; GARRUTI, D. DOS S.; MADRUGA, M. S. **Sensory and volatile profiles of monofloral honeys produced by native stingless bees of the brazilian semiarid region.** Food Research International, v. 105, n. March, p. 110–120, 2018.

DANTAS, Marília et al. **Mel de abelhas na alimentação de estudantes e servidores do IF Baiano Campus Governador Mangabeira.** Revista Macambira, V. 4, N. 1, P. E041001-E041001, 2020.

DARRIGOL, J. L. O mel. **O mel e a saúde.** Lisboa – Portugal: Presença, 1979. p. 31-57.

DIAS SOBRINHO, José. **Avaliação educativa: produção de sentidos com valor de formação.** Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior (Campinas), v. 13, p. 193-207, 2008.

DONG, H.; LUO, D.; LUO, H. **Uso efetivo da rastreabilidade de alimentos nas cadeias de suprimento de grãos de cereais.** In: M. Espiñeira & F.J. Santaclara (Eds.), Avanços nas técnicas e tecnologias de rastreabilidade de alimentos: Melhorando a qualidade em toda a cadeia alimentar. Cambridge, UK: Woodhead Publishing, 2016.

DONER, L.W. **Verifying the authenticity of plant-derived material by stable isotope ratio and chromatographic methodologies.** Journal of the Association of Official Analytical Chemists, Arlington, v.74, p.14-19, 1991.

ELIAS-SANTOS, D.; FIALHO, M. D. C. Q.; VITORINO, R.; et al. **Proteome of the head and thorax salivary glands in the stingless bee *Melipona quadrifasciata anthidioides*.** Apidologie, v. 44, n. 6, p. 684–698, 2013.

ESCUREDO, O.; DOBRE, I.; FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, M.; SEIJO, M. C. **Contribution of botanical origin and sugar composition of honeys on the crystallization phenomenon.** Food Chemistry, v. 149, p. 84–90, 2014.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de Alimentos**. 2ª edição. Rio de Janeiro: Atheneu, 1989, 584p.

EVANGELISTA-RODRIGUES, A.; SILVA, E. M. S. DA; BESERRA, E. M. F.; RODRIGUES, M. L. **Análise físico-química dos méis das abelhas *Apis mellifera* e *Melipona scutellaris* produzidos em regiões distintas no Estado da Paraíba**. *Ciência Rural*, v. 35, n. 5, p. 1166–1171, 2005.

FARACO, C. **Trabalhando com a narrativa**. 2.ed. São Paulo: Ática, 1992.

FEINSTEIN, N. W.; KIRCHGASLER, K. L. **Sustainability in Science Education? How the Next Generation Science Standards Approach Sustainability, and Why It Matters**. *Science Education*, v.99, n.1, p.121–144, 2015.

FERRAZ, Arthur Tadeu; SASSERON, Lúcia Helena. **PROPÓSITOS EPISTÊMICOS PARA A PROMOÇÃO DA ARGUMENTAÇÃO EM AULAS INVESTIGATIVAS**. *Investigações em ensino de ciências*, v. 22, n. 1, 2017.

FERREIRA, Vitor F.; SILVA, Fernando C.; PERRONE, Clarissa C. **Sacarose no laboratório de química orgânica de graduação**. *Química Nova*, v. 24, p. 905-907, 2001.

FERREIRA, Vitor Francisco; ROCHA, David Rodrigues da; SILVA, Fernando de Carvalho da. **Potencialidades e oportunidades na química da sacarose e outros açúcares**. *Química Nova*, v. 32, n. 3, p. 623-638, 2009.

FIGUEIRA, L. C. **Os conceitos de defesa dos alimentos (Food Defense) e fraude em alimentos (Food Fraud) aplicados em fábrica de temperos cárneos: um estudo de caso. Tese de doutorado**. São Pulo, SP: Universidade de São Paulo. 2018.

FILHO, Djalma de Oliveira Bispo et al. **Alfabetização científica sob o enfoque da ciência, tecnologia e sociedade: implicações para a formação inicial e continuada de professores**. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 12, n. 2, p. 313-333, 2013.

FILIPE, A. F. P. **Avaliação da vulnerabilidade à fraude alimentar: o caso do Talho Nacional**. Dissertação de Mestrado. Évora, PT: Universidade de Évora. 2019.

FOGUEL, Israel. **O Mundo Das Abelhas**. Clube de Autores, 2019.

FOWLER, S. R.; ZEIDLER, D. L.; SADLER, T. D. **Moral Sensitivity in the context of socioscientific issues in high school science students**. International Journal of Science Education, 31(2), 279-296, 2009.

FRANCISCO JUNIOR, W.E. **Carboidratos: estrutura, propriedades e funções**. Química Nova na Escola, n. 29, p. 8-13, 2008.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREITAS FILHO, João Rufino et al. **Modelos Mentais dos Estudantes do Ensino Médio e a Química dos alimentos**. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, v. 2, n. 3, 2009.

FREITAS, Naiara De Jesus. **Aulas investigativas no ensino de biopolímeros no ensino médio**. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Jequié. Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI. 2020.

FULLICK, P.; RATCLIFFE, M. (Eds.) **Teaching ethical aspects of science**. Totton: Bassett Press, 1996.

GIL-PÉREZ, D. *et al.* **Para uma imagem não deformada do trabalho científico**. Ciência & Educação, Bauru, v.7, n.2, p.125-153, 2001.

GOMES, K. V. G. E RANGEL, M. (2006). **“Relevância da disciplina bioquímica em diferentes cursos de graduação da UESB, na cidade Jequié”**. Revista Saúde Com. Vitória da Conquista, 2, 1, 161-168.

GUIMARÃES, M. A.; CARVALHO, W. L. P.; OLIVEIRA, M. S. **Raciocínio moral na tomada de decisões em relação a questões sociocientíficas: o exemplo do melhoramento genético humano**. Ciência & Educação, 16(2), 465-477. 2010.

GUIMARÃES, G. M. A.; ECHEVERRÍA, A. R.; MORAES, I. J. **Modelos didáticos no discurso de professores de ciências**. Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre, v. 11, n. 3, p. 303-322, 2006.

GUIMARÃES, Y.A.F.; GIORDAN, M. **Instrumento para construção e validação de sequências didáticas em um curso a distância de formação continuada de professores**. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências e I Congresso Iberoamericano de Educação em Ciências, 2011. Anais... Campinas-SP, 2011, p. 1-12.

HEMPEL, M. **Ecoalfabetización: el conocimiento no es suficiente**. Gobernar para la sostenibilidad. La situación del mundo 2014. Barcelona: Icaria editorial, 2014, p.79-93.

HODSON, D. Going Beyond STS: **Towards a Curriculum for Sociopolitical Action**. The Science Education Review, v. 3, n. 1, p. 2-7, 2004.

HODSON, D. **Looking to the Future: Building a Curriculum for Social Activism**. Sense Publishers, 2011.

JAMIESON, Dale. **Ética e meio ambiente: uma introdução**. Tradução André Luiz de Alvarenga. São Paulo: SENAC, 2010.

JIMENEZ, M.; BERISTAIN, C. I.; AZUARA, E.; MENDOZA, M. R.; PASCUAL, L. A. **Physicochemical and antioxidant properties of honey from *Scaptotrigona mexicana* bee**. Journal of Apicultural Research, v. 8839, n. August, p. 1–10, 2016.

JOHNSON, J. **Teaching ethics to science students: challenges and a strategy**. In: RAPPERT, B. (ed.) Education and Ethics in the Life Sciences: strengthening the prohibition of biological weapons. Canberra: ANU Press, 2010, p. 197-214.

KAHN, S.; ZEIDLER, D. L. Using our Heads and HARTSS*: **Developing Perspective Taking Skills for Socioscientific Reasoning (*Humanities, ARTs, and Social Sciences)**. Journal of Science Teacher Education, v.27, n.3, p.261-281, 2016.

KARABAGIAS, I. *et al.* **Characterization and geographical discrimination of commercial *Citrus spp.* honeys produced in different Mediterranean countries based on minerals, volatile compounds and physicochemical parameters, using chemometrics**. Food Chemistry, v. 217, p. 445–455, 2017.

KERR, W. E., CARVALHO, G. A.; NASCIMENTO, V. A. **Abelha Uruçu: Biologia, Manejo e Conservação**. Belo Horizonte– MG, Ed. Fundação Acangaú, 1996. 144pp.

KOLICHESKI, Mônica Beatriz. **Fraudes em alimentos**. Bol. Centro Pesqui. Process. Aliment, p. 65-77, 1994.

KOLSTØ, Stein D. **Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues**. Science Education, v. 85, n. 3, p. 291-310, 2001.

LACEY, Hugh. A imparcialidade da ciência e as responsabilidades dos cientistas.

Scientiae Studia, São Paulo, v. 9, n. 3, p. 487-500, 2011.

LACEY, Hugh. **Valores e atividade científica**. 2. São Paulo: Associação Filosófica Scientiae Studia: Editora 34, 2010.

LEAL, E. A; MIRANDA, G. J.; CASA NOVA, S. P. de C. **Revolucionando a sala de aula: Como envolver o estudante aplicando as técnicas de metodologias de aprendizagem**. 1ª. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

LEAL, Régis Casimiro; NETO, José Machado Motta. **Amido: Entre a ciência e a cultura**. Química Nova na Escola, v. 35, n. 2, p. 75-78, 2013.

LEHNHNGER, A.L., NELSON, D.L., COX, M.M. **Princípios de Bioquímica**, 6ª ed., Artmed, 2014.

LEITE, Marcos Antonio Pessôa. **O Leite como tema motivacional para o ensino de Biomoléculas sob um enfoque CTSA**. XVI ENEQ/X EDUQUI-ISSN: 2179-5355, 2012.

LEMKE, J. L. **Investigar para el futuro de la Educación Científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir**. Enseñanza de las Ciencias, v. 24, n. 1, p. 5-12, 2006.

LEVINSON, R. **Towards a Theoretical Framework for Teaching Controversial Socioscientific Issues**. International Journal of Science Education, v.28, n.10, p.1201-1224, 2006.

LIBANIO, B. **Ensinando pensamento crítico: sabedoria prática**. Editora Elefante, 2020.

LIMA, Ítalo Abreu et al. **Análises de amostras de mel comercializados em feiras-livres da cidade de Barreiras-Bahia**. Conjecturas, v. 21, n. 6, p. 427-442, 2021.

LOPES, M.; FERREIRA, JB; SANTOS, G. **Abelhas sem-ferrão: a biodiversidade invisível**. Agriculturas, 2, 4, 2005.

LORENZETTI, Leonir; DELIZOICOV, Demétrio. **Alfabetização científica no contexto das séries iniciais**. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte), v. 3, p. 45-61, 2001.

LUCKESI, C. C. **Avaliação da Aprendizagem: componente do ato pedagógico**. São Paulo: Cortez, 2011.

MACHADO, Vitor Fabrício; SASSERON, Lucia Helena. **As perguntas em aulas investigativas de ciências: a construção teórica de categorias.** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 12, n. 2, p. 29-44, 2012.

MAGALHÃES, L. A. L.; SOUZA, S. M. O. **Fraudes e adulterações no leite.** Anais do 14 Simpósio de TCC e 7 Seminário de IC da Faculdade ICESP, 1551-1557, 2018.

MALDANER, O. A.; ZANON, L. B. **Situação de estudo: uma organização do ensino que extrapola a formação disciplinar em ciências.** In: MORAES, R.; MANCUSO, R. (Org.). Educação em ciências: produção de currículos e formação de professores. Ijuí: Editora Unijuí, 2004. p. 43-64.

MARCELINO-JR, C. A. C. **A formação de habilidade de explicar as propriedades dos isômeros segundo a teoria de P. Ya Galperin.** 2014. 317f. Tese (Doutorado em Educação) - Centro de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

MARQUES, Ana Rita; REIS, Pedro. **Geoengenharia do clima: uma controvérsia sociocientífica sobre a responsabilidade na manipulação do clima.** In: CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei. Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas. Edufba, 2018., p. 345-362, 2018.

MARTÍN, M. M. **Conocer, manejar, valorar, participar: los fines de una educación para la ciudadanía.** Revista Iberoamericana de Educación, n.42, p.69-83, 2006.

MARTÍNEZ PÉREZ, L. F.; CARVALHO, W. L. P. de. **A autonomia dos professores de ciências em serviço e a abordagem de questões sociocientíficas.** In: CARVALHO, L.O. de; CARVALHO, W. L. P. de. (Orgs.). **Formação de Professores e Questões Sociocientíficas no Ensino de Ciências.** São Paulo: Escrituras, 2012. p.297-323.

MARTÍNEZ-PÉREZ, Leonardo Fábio. **Cuestiones sociocientíficas en la formación de profesores de ciencias: aportes y desafíos.** TED: Tecné, Episteme y Didaxis, Bogotá, v. 1, n. 36, p. 77-94, 2014.

MARTINI, Rudian Paulo; PFÜLLER, Ernane Ervino; MARTINS, Ezequiel Cardoso. **Importância ambiental das abelhas sem ferrão.** RAMVI, Getúlio Vargas, v. 2, n. 4, 2015.

MARTINS, S. A. C. 2016. **Avaliação da vulnerabilidade à fraude alimentar segundo**

o referencial BRC versão 7. Tese de doutorado. Braga, PT: Universidade do Minho.

MASSON, B. *Cadernos de vida natural: o mel.* São Paulo: Global Editora e Distribuidora, 1984.

MCMURRY, J. *Química Orgânica*, 7ª ed. Combo, Cengage Learning, São Paulo, 2011.

MEDEIROS, D.,; SOUZA, M. F. **Contaminação do mel: a importância do controle de qualidade e de boas práticas apícolas.** *Atas de Ciências da Saúde*, 3(4), 2016.

MEIRELES, SAMUEL; CANÇADO, ISABELLA ANTÔNIA CAMPOLINA. **Mel: parâmetros de qualidade e suas implicações para a saúde.** *SYNTHESIS| Revistal Digital FAPAM*, v. 4, n. 1, p. 207-219, 2013.

MELO, Ângelo Gomes; SANTOS, Mirley Luciene; ARAÚJO, Cleide Sandra Tavares. **Sequências didáticas no ensino de química: possibilidades para a experimentação.** *Revista Ciências & Ideias* ISSN: 2176-1477, v. 12, n. 3, p. 173-193, 2021.

MEYRELLES, C. R., CARDOSO, N. C.; SOARES da C. P. I.; CORREA da S. M.; GILLES, L. **Contextualização do ensino de química por meio da utilização de temas Geradores.** *Anais do 53º CBQ.* Rio de Janeiro, 2013.

MICHENER, C. D. Pot-Honey. **The Meliponini.** *In:* P. Vit; S. R. M. Pedro; D. Roubik (Eds.). p.3–18, 2013a.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **Análise qualitativa: teoria, passos e fidedignidade.** *Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 621–626, 2012.

MOREIRA, Ricardo Felipe Alves; DE MARIA, Carlos Alberto Bastos. *Glicídios no mel.* *Química Nova*, v. 24, p. 516-525, 2001.

MOTOKANE, Marcelo Tadeu. **Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de ecologia.** *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, v. 17, p. 115-138, 2015.

MOYA, Iara Maria da Silva. **Crítica do discurso da sustentabilidade global: a comunicação como estratégia possível.** 2016. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MOYER, D. C.; DEVRIES, J. W.; SPINK, J. **A economia de um incidente de fraude alimentar - estudos de caso e exemplos, incluindo melanina no glúten de trigo.**

Controle de Alimentos, 71, 358–364, 2017.

NASCIMENTO, M.A.; FERNANDES-SALOMÃO, T.M.; MARTINS G.F. **Estudos moleculares e morfológicos em abelhas do gênero *Melipona* (Hymenoptera)**. Entomo Brasilis, 6, 1, 64–67, 2013.

NASCIMENTO, A. et al. **Physical-Chemical Parameters of Honey of Stingless Bee (Hymenoptera: Apidae)**. American Chemical Science Journal, v. 7, n. 3, p. 139–149, 2015.

NOGUEIRA-NETO, P. **Vida e Criação de Abelhas Indígenas Sem Ferrão**. São Paulo, Brasil, 1997.

NOSS, R. F. **Values Are a Good Thing in Conservation Biology**. Conservation Biology, v.21, n.1, p.18–20, 2007.

NUNES, Maria Erivanir Rodrigues; FRANCA, Leonardo Fernandes; PAIVA, Luciana Vieira de. **Eficácia de diferentes estratégias no ensino de educação ambiental: associação entre pesquisa e extensão universitária**. Ambiente & Sociedade, v. 20, p. 59-76, 2017.

OLIVEIRA, C. S.; SCHMITZ, G. L.; NOGARA, P. A.; ROCHA, J. B. T. **O hormônio insulina como um modelo para ensinar a estrutura tridimensional das proteínas**. Revista de Ensino de Bioquímica, p. 114-130, 2018.

OLIVEIRA, F. A.; ABREU, A. T. DE; OLIVEIRA NASCIMENTO, N. DE; et al. **Evaluation of matrix effect on the determination of rare earth elements and As, Bi, Cd, Pb, Se and In in honey and pollen of native Brazilian bees (*Tetragonisca angustula* - Jataí) by Q-ICP-MS**. Talanta, v. 162, n. October 2016, p. 488–494, 2017.

OLIVEIRA, Gisela M.; ARCHER, António Barreto. **Ambiente e desenvolvimento sustentável: Educação para a ética e cidadania**. Sensos, v. 5, n. 2, 2015.

OLIVEIRA, M. A. M. D. **Segurança na Cadeia alimentar: estudo de fraudes. Tese de doutorado**. Porto, PT: Instituto Politécnico do Porto. Escola Superior de Tecnologia e Gestão. 2016.

OLIVEIRA, M. B. **Neutralidade da ciência, desencantamento do mundo e controle da natureza**. Scientiæ Studia, São Paulo, v.6, n.1, p.97-116, 2008.

OLIVEIRA, R. G. DE; JAIN, S.; LUNA, A. C.; FREITAS, L. DOS S.; ARAUJO, E. D. DE. **Screening for quality indicators and phenolic compounds of biotechnological interest in honey samples from six species of stingless bees**

(Hymenoptera: Apidae). Food Science and Technology, v. 37, n. 4, p. 552–557, 2017.

OLIVEIRA, S.R.B.; MORAES, L.D.S.; COELHO, C.P. **Fraudes em alimentos industrializados.** Revista Pubsáude. 2021.

PAIS, L. C. **Didática da Matemática: uma análise da influência francesa.** Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

PAIVA, Ayane de Souza; OLIVEIRA, Roberto Dalmo Varallo Lima. **Questões Sociocientíficas e Educação em Direitos Humanos: consensos e possibilidades.** XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XII ENPEC Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2019.

PARODI, Lorenzo. **Manual das Fraudes.** 2 ed. São Paulo: Brasport, 2008.

PASSOS, Kamila dos. **Estudos de caso na disciplina de química orgânica de biomoléculas contribuições para o desenvolvimento profissional dos estudantes dos cursos de química da UFRGS.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Química. Programa de Pós-Graduação em Química. Porto Alegre. 2017.

PEDRETTI, E. **Teaching Science, Technology, Society and Environment (STSE) Education: preservice teachers' philosophical and pedagogical landscapes.** In: ZEIDLER, D. (Org.). **The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education.** The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2003, p.219-39.

PEDRETTI, E.; NAZIR, J. **Currents in STSE Education: Mapping a Complex Field, 40 Years On, Science Education.** v.95, n.4, p.601-626, 2011.

PINZANI, A. **Democracia versus tecnocracia: apatia e participação em sociedades complexas.** Lua Nova [online], n.89, p. 135-168, 2013.

PINZINO, D. W. **Socioscientific Issues: A Path Towards Advanced Scientific Literacy and Improved Conceptual Understanding of Socially Controversial Scientific Theories.** 2012. 39p. Graduate Theses and Dissertations (Education Specialist). University of South Florida, 2012. Acesso em: <http://scholarcommons.usf.edu/etd/4387>

PIRES, Adcléia Pereira et al. **Análise sensorial de méis de duas espécies de abelhas sem ferrão de Santarém, Pará.** Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 9, p. 72680-72693, 2020.

PUIG, B.; JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. **Argumentação e pensamento crítico sobre determinismo biológico a respeito das “raças” humanas.** *In: VIEIRA, R. M. Pensamento crítico na educação: perspectivas atuais no panorama internacional.* Aveiro: UA Editora, 2014, p.237-250.

RACHELS, J. **Introducción a la filosofía moral.** México: Fondo de Cultura Económica, 2006.

RACHELS, J. **Problemas da filosofia.** 2.ed. Lisboa: Gradiva, 2010.

RAMÓN-SIERRA, J. M.; RUIZ-RUIZ, J. C.; ORTIZ-VÁZQUEZ, E. D. L. L. **Electrophoresis characterisation of protein as a method to establish the entomological origin of stingless bee honeys.** *Food Chemistry*, v. 183, p. 43–48, 2015.

REIS, P. **Da discussão à ação sociopolítica sobre controvérsias sócio-científicas: uma questão de Cidadania.** *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista.* v.3, n.1, p.1-10, 2013.

REIS, V. P. G. S. et al. **Percurso de investigação de uma sequência didática para ensino de evolução segundo a abordagem metodológica da Design Research.** *In: SEPULVEDA, C.; ALMEIDA, M. C. (orgs.). Pesquisa colaborativa e inovações educacionais em Ensino de Biologia.* Feira de Santana, BA: UEFS editora, 2016, p.211-247.

ROSSI, N.F.; MARTINELLI, L.A.; LACERDA, T.H.M.;CAMARGO, P.B.; VICTORIA, R.L. **Análise da adulteração de méis por açúcares comerciais utilizando-se a composição isotópica de carbono.** *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v.19, n.2, p.199-200, 1999.

ROUBIK, D. W. **The Ecology and Natural History of Tropical Bees.** Cambridge: Cambridge University Press, 1989.

ROZENTALSKI, Evandro F.; PORTO, Paulo A. **A ética química e seu ensino a estudantes de química.** *Química Nova*, v. 44, p. 1210-1218, 2021.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. **Estudo de casos no ensino de química.** Campinas: Átomo, 2010.

SÁ, E. F.; MAUÉS, E. R.+ C.; MUNFORD, D. **Ensino de Ciências com caráter investigativo I.** *In: CASTRO, Emília Caixeta de; MARTINS, Carmen Maria de Caro;*

MUNFORD, Danusa (orgs.). **Ensino de Ciências por Investigação – ENCI: Módulo I**. Belo Horizonte: UFMG/FAE/CECIMIG, 2008.

SACRISTÁN, J. G. **Poderes instáveis em educação**. Porto Alegre, Artes Médicas, 1999.

SADLER, T. D.; MURAKAMI, C. D. **Socio-scientific Issues based teaching and learning: hydrofracturing as an illustrative context of a framework for implementation and research**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v.14, n.2, p.331-342, 2014.

SADLER, T. D.; ZEIDLER, D. L. **The Morality of Socioscientific Issues: Construal and Resolution of Genetic Engineering Dilemmas**. Science Education, n. 88, p. 4-27, 2004.

SALGADO, Thiago Belo et al. **Análise físico-química de méis de abelhas *Apis mellífera* L. comercializados na região de Botucatu, São Paulo, Brasil**. Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia–PUBVET, v. 2, n. 20, maio 2008.

SAVIN-BADEN, M.; MAJOR, C. H. **Foundations of Problem-based Learning**. Great Britain: MPG Books: Open University Press, 2004.

SANGIOGO, Fábio André *et al.* **Pressupostos epistemológicos que balizam a Situação de Estudo: algumas implicações ao processo de ensino e à formação docente**. Ciênc. educ. (Bauru), Bauru, v. 19, n. 1, p. 35-54, 2013.

SANTOS, E. L.; CARMO, R. S. **Histórias explicativas para o ensino de fotossíntese e abordagem da natureza da ciência no ensino médio de biologia**. In: Atas do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC. Águas de Lindóia, SP, 2015.

SANTOS, Jéssica; CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei. **Poluição hídrica: uma questão sociocientífica para abordar ética ambiental no ensino fundamental de ciências**. Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas. Salvador: UFBA, p. 191-212, 2018.

SANTOS, Josivan Washington Marinho et al. **Sequência didática e temas geradores como estratégias no ensino de bioquímica e alimentação**. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 9, p. 66574-66586, 2020.

SANTOS, M. M. D. D. **Fraude Alimentar: análise dos resultados obtidos de**

amostras não conformes do género alimentício Mel. Dissertação de mestrado. Lisboa, PT: Faculdade de Medicina Veterinária. 2017.

SANTOS, Marie-line Carvalho. **Caracterização físico-química de dois vinhos brancos (Monovarietal Vs Multivarietal) na Adega Cooperativa de Vila Real.** Tecnologia e Ciência Alimentar. Departamento de Química e Bioquímica. Faculdade de Ciências. Universidade do Porto. 2018.

SANTOS, W. L. P. dos. **Scientific literacy: A Freirean perspective as a radical view of humanistic science education.** Science Education, Brasília, v.93, n.2, p.361-382, 2009.

SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (orgs). **Ensino de Química em Foco.** Ijuí, RS: Unijuí, 2010.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em química: compromisso com a cidadania.** Ijuí, Editora da UNIJUÍ. 1997.

SANTOS, W.L.P. dos; MORTIMER, E.F. **Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência–Tecnologia–Sociedade) no contexto da educação brasileira.** Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências, v.2, n. 2, p. 1-23, 2002.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. **Educação CTS e cidadania: confluências e diferenças.** Amazônia, Belém, v. 9, n. 17, p. 49-62, 2012.

SANTOS, Veronica Gomes; GALEMBECK, Eduardo. **Sequência didática com enfoque investigativo: alterações significativas na elaboração de hipóteses e estruturação de perguntas realizadas por alunos do ensino fundamental I.** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, p. 879-904, 2018.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. **Almejando a Alfabetização Científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo.** Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A.M.P. **Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de Alfabetização Científica e o padrão de Toulmin.** Ciência e Educação (UNESP. Impresso), Bauru, São Paulo, v. 17, p. 97-114, 2011.

SAUNDERS, Kathryn J.; RENNIE, Léonie J. **A pedagogical model for ethical inquiry into socioscientific issues in science.** Research in Science Education, v.

43, n. 1, p. 253-274, 2013.

SE, K. W.; IBRAHIM, R. K. R.; WAHAB, R. A.; GHOSHAL, S. K. **Accurate evaluation of sugar contents in stingless bee (*Heterotrigona itama*) honey using a swift scheme**. *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 66, n. December, p. 46–54, 2018.

SEEMANN, P.; NEIRA, M. **Tecnología de la producción apícola**. Valdivia: Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias Empaste, 1988.202 p.

SEIÇA, Aline Bernardes. **A docência como praxis ética e deontológica: um estudo empírico**. Universidade de Lisboa (Portugal), 2001.

SEGEREN, P.; MULDER, V. **A apicultura nas regiões Tropicais**. Agromisa, 1996.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Fundamentos ético-políticos da educação no Brasil de hoje. Fundamentos da educação escolar do Brasil contemporâneo**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, EPSJV, p. 289-320, 2006.

SILVA NUNES, Paulo Eduardo; NUNES, Paulo. **A Ética na Educação: da relação com a moral e o senso comum**. *Revista Seara Filosófica*, n. 19, p. 276-291, 2019.

SILVA, Geice Ribeiro da et al. **Aspectos bioecológicos e genético-comportamentais envolvidos na conservação da abelha Jandaíra, *Melipona subnitida* Ducke (Apidae, Meliponini), e o uso de ferramentas moleculares nos estudos de diversidade**. *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 81, p. 299-308, 2014.

SILVA, Jennifer Alejandra Suárez; BRAIBANTE, Mara Elisa F. **Thematic workshop carbohydrates, using the three pedagogical moments as a didactic strategy for learning chemistry**. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias: Góndola, Ens Aprend Cienc*, v. 16, n. 3, p. 595-608, 2021.

SILVA, Shirley Margareth Buffon; SANTOS, Wildson Luiz Pereira. **Questões sociocientíficas e o lugar da moral nas pesquisas em ensino de ciências**. *Interacções*, v. 10, n. 31, 2014.

SILVA, Aline Aparecida Teixeira; CATÃO, Vinícius; SILVA, Aparecida de Fátima Andrade. **Análise de uma sequência didática investigativa sobre estequiometria abordando a Química dos sabões e detergentes**. *Revista Prática Docente*, v. 5, n. 2, p. 1256-1277, 2020.

SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R.; ALMEIDA, E. A. B. **Abelhas brasileiras: sistemática e identificação**. Belo Horizonte: Fundação Araucária, 2002. 253 p.

SIQUEIRA, Hadriane Cristina Carvalho; DA SILVA MALHEIRO, João Manoel. **Interações sociais e autonomia moral em atividades investigativas desenvolvidas em um clube de ciências.** *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 25, n. 2, p.163-197, 2020.

SODRÉ, G. S. *et al.* **Análises multivariadas com base nas características físico-químicas de amostras de méis de *Apis mellífera* L. (Hymenoptera: Apidae) da região litoral norte no estado da Bahia.** *Revista Latinoamericana de Produtos Animais*, v. 11, n. 3, p. 129-137, 2003.

SOLBES, J., VILCHES, A. Papel de las relaciones entre Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente en la formación ciudadana. *Enseñanza de las Ciencias*, v.22, n.3, p.337-48, 2004.

SOLOMONS, T. W. G.; FRYHLE, C. B.; Química Orgânica, 10a ed., vol.1 e 2, LTC Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., RJ, 2012.

SOUSA, Gláucia Lourenço et al. A Importância da educação ambiental na escola nas séries iniciais. *Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos*, v. 4, n. 1, 2011.

SOUSA, J. M. B. DE et al. Sugar profile, physicochemical and sensory aspects of monofloral honeys produced by different stingless bee species in Brazilian semi-arid region. *LWT - Food Science and Technology*, v. 65, p. 645–651, 2016.

SOUZA, Isaac Bruno Silva; NETO, João Pessoa Pires; SILVA, Thiago Pereira da. A MÚSICA COMO INSTRUMENTO DIDÁTICO-PEDAGÓGICO NO ENSINO DE ELETROQUÍMICA. *Revista Areté | Revista Amazônica de Ensino de Ciências*, [S.l.], v. 14, n. 28, p. 16 - 28, nov. 2020.

SPINK, J.; MOYER, D. C. Definindo a ameaça à saúde pública por fraude alimentar. *Journal of food Science* , 76(9), R157-R163, 2011.

SUART, Rita de Cássia; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. *Ciências & Cognição*, v. 14, n. 1, p. 50-74, 2009.

THOMAZINI, Marcílio J.; THOMAZINI, AP de BW. A fragmentação florestal e a diversidade de insetos nas florestas tropicais úmidas. *Embrapa Acre-Documents (INFOTECA-E)*, 2000.

TIBOLA, C. S.; SILVA, S. A, DOSSA A. A.; PATRÍCIO, D.I. Fraude alimentar e adulteração economicamente motivadas no Brasil: incidentes e alternativas para minimizar a ocorrência. *Journal of Food Science*, 83, 2028-2038, 2018.

TORRES MERCHÁN, N. Y. Enfoque CTSA desde una perspectiva freireana: contribuciones a una educación para el desenvolvimiento sustentable. *Educación y Ciencia*, Tunja, n. 14, p. 181-192, 2011.

TORRES, N. Y.; MARTÍNEZ PÉREZ, L. F. Desarrollo de pensamiento crítico en estudiantes de Fisioterapia, a partir del estudio de las implicaciones sociocientíficas de los xenobióticos. *Tecné, Episteme y Didaxis*. n.29, p.65-84, 2011.

TORRES, Nidia; SOLBES, Jordi. Pensamiento crítico desde cuestiones socio-científicas. Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas. Salvador: EDUFBA, p. 59-76, 2018.

TOULMIN, S. E. Os usos do argumento. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2006.

VALE, J. M. B. T. O cárcere na adolescência: ressonâncias de uma trajetória. Dissertação (Mestrado em Psicologia) - Universidade Federal de Uberlândia, 2007.

VAZ, S. A. G.; DELFINO, Â. Manual de ética ambiental. Lisboa: Universidade Aberta, 2010.

VAZQUEZ, A. S. Filosofia da práxis. 3ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2007.

VELLOSO, A. M. S. et al. Argumentos elaborados sobre o tema "corrosão" por estudantes de um curso superior de química. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v.8, n.2, p.593-616, 2009.

VIDRIK, Elisandra Chastel Francischini; ALMEIDA, Willa Nayana Corrêa; DA SILVA MALHEIRO, João Manoel. AS CONTRIBUIÇÕES DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM ENFOQUE INVESTIGATIVO PARA O ENSINO DE QUÍMICA. Experiências em Ensino de Ciências, v. 15, n. 1, p. 488-498, 2020.

VIECHENESKI, Juliana Pinto; LORENZETTI, Leonir; CARLETTO, Marcia Regina. Desafios e práticas para o ensino de ciências e alfabetização científica nos anos iniciais do ensino fundamental. Atos de pesquisa em educação, v. 7, n. 3, p. 853-876, 2012.

VILCHES, Amparo; GIL-PÉREZ, Daniel; PRAIA, João. De CTS a CTSA: educação por um futuro sustentável. CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa, p. 161-184, 2011.

VILLA, A.; POBLETE, M. Aprendizaje basado en competencias: una propuesta para la evaluación de las competencias genéricas. Bilbao: Universidad de Deusto, 2007.

VIRÃES, M. B. A. R. A. O Papel da Escola na Educação de Valores. Mestrado (Ciências da Educação) – Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Lisboa, 2013.

WHITE JUNIOR, J. W.; DONER L. W. Mass spectrometric detection of high-fructose corn syrup in honey by use of $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ratio: collaborative study. Journal of the

Association of Official Analytical Chemists, Arlington, v. 61, p. 746-750, 1978

WINKEL, Tiele Felsch. Os sistemas apícolas e a agricultura familiar: um estudo de caso sobre a Cooperativa de Apicultores de Canguçu (COOMELCA), município de Canguçu, RS. 2017. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pelotas. 2017.

ZABALA, A. A prática educativa: como ensinar. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1998.

ZANETONI, Valéria Aparecida Lanzoni; LEÃO, Marcelo Franco. Análise da produção científica nacional sobre sequências didáticas investigativas utilizadas para ensinar Química (2016-2021). Revista de Ensino de Ciências e Matemática, 1, 13, 1-25, 2022.

ZEIDLER, D. et al. Beyond STS: A Research-based Framework for Socioscientific Issues Education, Science Education, n. 89, p.357–377, 2005.

ZEIDLER, D. L.; Nichols, B. H. Socioscientific issues: Theory and practice. Journal of Elementary Science Education, 21(2), 49–58, 2009.

ZOMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas para as aulas de ciências: um diálogo com a teoria de aprendizagem significativa. 1. ed. Curitiba: Appris, 2016.

ZUCCATO, V.; FINOTELLO, C.; MENEGAZZO, I.; PECCOLO, G.; SCHIEVANO, E. Entomological authentication of stingless bee honey by ^1H NMR-based metabolomics approach. Food Control, v. 82, p. 145–153, 2017.

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS)

Convidamos você _____ a colaborar como participante da pesquisa “UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA SOBRE CARBOIDRATOS NA QUÍMICA ESCOLAR, COM FOCO EM QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS ENVOLVENDO FRAUDES EM MÉIS DE ABELHAS NATIVAS SEM FERRÃO”. Esta pesquisa é da responsabilidade da pesquisadora MARLENE BARBOSA VIEIRA, cujo endereço de está situado na Rua Hemetério Maciel, 314, Várzea, Recife – PE, CEP: 50740-120, telefone: (81) 99877-3359 e e-mail: prof.marlene.vieira@colegioctm.com.br. Também participará dessa pesquisa como orientador, o Prof. Dr. Cristiano de Almeida Cardoso Marcelino Júnior, e-mail: cristianomarcelinojr@gmail.com. Você pode nos contatar também no seguinte endereço eletrônico (profiqui@ufrpe.br), telefone (81) 3320-6370.

Todas as suas dúvidas podem ser esclarecidas com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via lhe foi entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Você estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu, bem como foi possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA

Descrição da pesquisa: A pesquisa trata sobre o desenvolvimento e aplicação de uma sequência didática investigativa (SDI) para o ensino-aprendizagem de carboidratos em educação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA), baseada em questões sociocientíficas (QSC) sobre a fraude de méis de abelhas nativas sem ferrão. O seu objetivo principal é compreender como os estudantes constroem significados para o termo “adulteração de méis” a partir da utilização da SDI e, de modo mais específico, avaliara presença de dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais dos conteúdos mobilizados. A investigação foi realizada junto a estudantes do 3º ano da Escola Estadual Lions de Parnamirim, localizada na comunidade São Braz, nas imediações do *campus* sede da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), no bairro de Dois Irmãos, na parte noroeste do Recife, Pernambuco. A pesquisa empírica e qualitativa ocorreu ao longo de catorze aulas, totalizando sete dias, e envolverão atividades na escola e duas visitas à Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), das disciplinas de química e biologia. Os dados dos resultados obtidos foram coletados a partir de: caderno de campo, da professora-pesquisadora; gravações das falas, registros nos “diários do caso” e argumento final para a resolução do caso 3, produzidos pelos grupos de estudantes, utilizando o modelo de argumentação de Toulmin.

Esclarecimento do período de participação dos estudantes envolvidos na pesquisa, início, término e número de visitas para a pesquisa: O período de participação dos estudantes na

pesquisa compreenderá o primeiro bimestre do ano letivo de 2025, com um total de 7 encontros.
A

maioria das atividades foi realizada na instituição de ensino, enquanto as demais ocorrerão no Meliponário do Departamento de Zootecnia da UFRPE e no Laboratório de Ensino do Departamento de Química da UFRPE. No total, estão previstas 14 aulas, cada uma com duração de 50 minutos.

RISCOS diretos para os participantes da pesquisa: Os riscos da pesquisa incluem a possibilidade de danos às diversas dimensões do ser humano, abrangendo aspectos físicos, psíquicos, morais, intelectuais, sociais, culturais e espirituais. Na dimensão física, podem ocorrer acidentes como cortes com vidrarias, queimaduras ou intoxicações químicas; para minimizar esses riscos, foi exigido o uso de EPIs adequados, oferecido treinamento prévio e disponibilizado suporte emergencial, como lava-olhos, chuveiro de emergência e kit de primeiros socorros. No aspecto psíquico, podem surgir estresse ou ansiedade; para preveni-los, foi mantido um ambiente acolhedor e suporte psicológico estará disponível. Em relação aos danos morais e intelectuais, como a violação de privacidade ou uso indevido de dados, foram adotadas medidas como anonimato, confidencialidade e assinatura de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Riscos sociais e culturais foram mitigados por meio do respeito às características e contextos dos participantes, enquanto possíveis impactos à dimensão espiritual foram evitados garantindo que nenhum procedimento contrarie crenças ou valores individuais. Caso algum dano ocorra, foram providenciados atendimento médico ou psicológico imediato, registro do incidente, ações reparadoras, além de reforço das medidas preventivas para evitar recorrências. Essas estratégias buscam garantir a segurança, o respeito e a integridade dos participantes ao longo de toda a pesquisa.

BENEFÍCIOS diretos e indiretos para os participantes da pesquisa: A pesquisa traz benefícios significativos, tanto para os alunos participantes quanto para a comunidade em geral, ao ampliar o conhecimento científico, promover o aprendizado prático e contribuir com soluções para problemas relevantes na área estudada. Além disso, os resultados da pesquisa foram amplamente divulgados aos participantes, de forma clara e acessível, garantindo o retorno das informações obtidas. Você não pagará nada e nem receberá nenhum pagamento para ele(a) participar desta pesquisa, pois deve ser de forma voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente, dele(a) decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial. Se houver necessidade, as despesas para a participação foram assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento com transporte e alimentação). Os dados coletados foram armazenados de maneira segura por um período mínimo de cinco anos, utilizando sistemas protegidos por criptografia e com acesso restrito à equipe responsável pela pesquisa, garantindo a confidencialidade e integridade das informações. Essas medidas refletem o cuidado em assegurar um impacto positivo da pesquisa, respeitando a segurança e os direitos dos envolvidos, ao mesmo tempo que se gera conhecimento com relevância para a sociedade.

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa CEP/UFRPE no endereço: Rua Manoel de Medeiros, S/N Dois Irmãos – CEP: 52171- 900 Telefone: (81) 3320.6638 / e-mail: cep@ufrpe.br (1º andar do Prédio Central da Reitoria da UFRPE, (ao lado da Secretaria Geral dos Conselhos Superiores). Site: www.cep.ufrpe.br.

Marlene Barbosa Vieira

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO PARTICIPANTE DA PESQUISA

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado pela pessoa por mim designada, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo: UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA SOBRE CARBOIDRATOS NA QUÍMICA ESCOLAR, COM FOCO EM QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS ENVOLVENDO FRAUDES EM MÉIS DE ABELHAS NATIVAS SEM FERRÃO., como participante da pesquisa. Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pelo pesquisador sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

Local e data

Assinatura

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do participante da pesquisa. (02 testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

APÊNDICE B – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA MENORES DE 7 a 18

ANOS

Convidamos você _____, a colaborar como participante da pesquisa: UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA SOBRE CARBOIDRATOS NA QUÍMICA ESCOLAR, COM FOCO EM QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS ENVOLVENDO FRAUDES

EM MÉIS DE ABELHAS NATIVAS SEM FERRÃO. Esta pesquisa é da responsabilidade da pesquisadora MARLENE BARBOSA VIEIRA, cujo endereço de está situado na Rua Hemetério Maciel, 314, Várzea, RECIFE –PE, CEP: 50740-120, telefone: (81) 99877-3359 e e-mail: prof.marlene.vieira@colegioctm.com.br. Também participará dessa pesquisa como orientador, o Prof. Dr. Cristiano de Almeida Cardoso Marcelino Júnior, e-mail: cristianomarcelinojr@gmail.com. Você pode nos contatar também no seguinte endereço eletrônico (profiqui@ufrpe.br), telefone (81) 3320-6370.

Todas as suas dúvidas podem ser esclarecidas com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubricue as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via lhe foi entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Você estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu, bem como foi possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA

Descrição da pesquisa: A pesquisa trata sobre o desenvolvimento e aplicação de uma sequência didática investigativa (SDI) para o ensino-aprendizagem de carboidratos em educação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA), baseada em questões sociocientíficas (QSC) sobre a fraude de méis de abelhas nativas sem ferrão. O seu objetivo principal é compreender como os estudantes constroem significados para o termo “adulteração de méis” a partir da utilização da SDI e, de modo mais específico, avaliara presença de dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais dos conteúdos mobilizados. A investigação foi realizada junto a estudantes do 3º ano da Escola Estadual Lions de Parnamirim, localizada na comunidade São Braz, nas imediações do *campus* sede da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), no bairro de Dois Irmãos, na parte noroeste do Recife, Pernambuco. A pesquisa empírica e qualitativa ocorreu ao longo de catorze aulas, totalizando sete dias, e envolverão atividades na escola e duas visitas à Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), das disciplinas de química e biologia. Os dados dos resultados obtidos foram coletados a partir de: caderno de campo, da professora-pesquisadora; gravações das falas, registros nos “diários do caso” e argumento final para a resolução do caso 3, produzidos pelos grupos de estudantes, utilizando o modelo de argumentação de Toulmin.

Esclarecimento do período de participação dos estudantes envolvidos na pesquisa, início, término e número de visitas para a pesquisa: O período de participação dos estudantes na

pesquisa compreenderá o primeiro bimestre do ano letivo de 2025, com um total de 7 encontros. A maioria das atividades foi realizada na instituição de ensino, enquanto as demais ocorrerão no

Meliponário do Departamento de Zootecnia da UFRPE e no Laboratório de Ensino do Departamento de Química da UFRPE. No total, estão previstas 14 aulas, cada uma com duração de 50 minutos.

RISCOS diretos para os participantes da pesquisa: Os riscos da pesquisa incluem a possibilidade de danos às diversas dimensões do ser humano, abrangendo aspectos físicos, psíquicos, morais, intelectuais, sociais, culturais e espirituais. Na dimensão física, podem ocorrer acidentes como cortes com vidrarias, queimaduras ou intoxicações químicas; para minimizar esses riscos, foi exigido o uso de EPIs adequados, oferecido treinamento prévio e disponibilizado suporte emergencial, como lava-olhos, chuveiro de emergência e kit de primeiros socorros. No aspecto psíquico, podem surgir estresse ou ansiedade; para preveni-los, foi mantido um ambiente acolhedor e suporte psicológico estará disponível. Em relação aos danos morais e intelectuais, como a violação de privacidade ou uso indevido de dados, foram adotadas medidas como anonimato, confidencialidade e assinatura de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Riscos sociais e culturais foram mitigados por meio do respeito às características e contextos dos participantes, enquanto possíveis impactos à dimensão espiritual foram evitados garantindo que nenhum procedimento contrarie crenças ou valores individuais. Caso algum dano ocorra, foram providenciados atendimento médico ou psicológico imediato, registro do incidente, ações reparadoras, além de reforço das medidas preventivas para evitar recorrências. Essas estratégias buscam garantir a segurança, o respeito e a integridade dos participantes ao longo de toda a pesquisa.

BENEFÍCIOS diretos e indiretos para os participantes da pesquisa: A pesquisa traz benefícios significativos, tanto para os alunos participantes quanto para a comunidade em geral, ao ampliar o conhecimento científico, promover o aprendizado prático e contribuir com soluções para problemas relevantes na área estudada. Além disso, os resultados da pesquisa foram amplamente divulgados aos participantes, de forma clara e acessível, garantindo o retorno das informações obtidas. Você não pagará nada e nem receberá nenhum pagamento para ele(a) participar desta pesquisa, pois deve ser de forma voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente, dele(a) decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial. Se houver necessidade, as despesas para a participação foram assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento com transporte e alimentação). Os dados coletados foram armazenados de maneira segura por um período mínimo de cinco anos, utilizando sistemas protegidos por criptografia e com acesso restrito à equipe responsável pela pesquisa, garantindo a confidencialidade e integridade das informações. Essas medidas refletem o cuidado em assegurar um impacto positivo da pesquisa, respeitando a segurança e os direitos dos envolvidos, ao mesmo tempo que se gera conhecimento com relevância para a sociedade.

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa CEP/UFRPE no endereço: Rua Manoel de Medeiros, S/N Dois Irmãos – CEP: 52171- 900 Telefone: (81) 3320.6638 / e-mail: cep@ufrpe.br (1º andar do Prédio Central da Reitoria da UFRPE, (ao lado da Secretaria Geral dos Conselhos Superiores). Site: www.cep.ufrpe.br.

Marlene Barbosa Vieira

OBS: Este Termo de Assentimento para o menor de 7 a 18 anos não elimina a necessidade da elaboração de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido que deve ser assinado pelo responsável ou representante legal do menor.

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO PARTICIPANTE DA PESQUISA

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado pela pessoa por mim designada, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo: UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA SOBRE CARBOIDRATOS NA QUÍMICA ESCOLAR, COM FOCO EM QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS ENVOLVENDO FRAUDES EM MÉIS DE ABELHAS NATIVAS SEM FERRÃO., como voluntário (a).

Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pelo pesquisador sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

Local e data _____

Assinatura

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do participante da pesquisa. (02 testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA RESPONSÁVEL LEGAL MENOR DE 18 ANOS



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA RESPONSÁVEL LEGAL DE MENORES DE 18 ANOS

Solicitamos sua autorização para convidar o (a) seu/sua filho(a) _____ (ou menor que está sob sua responsabilidade), a colaborar como participante da pesquisa: UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA SOBRE CARBOIDRATOS NA QUÍMICA ESCOLAR, COM FOCO EM QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS ENVOLVENDO FRAUDES EM MÉIS DE ABELHAS NATIVAS SEM FERRÃO. Esta pesquisa é da responsabilidade da pesquisadora MARLENE BARBOSA VIEIRA, cujo endereço de está situado na Rua Hemetério Maciel, 314, Várzea, Recife – PE, CEP: 50740-120, telefone: (81) 99877-3359 e e-mail: prof.marlene.vieira@colegioctm.com.br. Também participará dessa pesquisa como orientador, o Prof. Dr. Cristiano de Almeida Cardoso Marcelino Júnior, e-mail: cristianomarcelinojr@gmail.com. Você pode nos contatar também no seguinte endereço eletrônico (profiqui@ufrpe.br), telefone (81) 3320-6370.

Todas as suas dúvidas podem ser esclarecidas com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via lhe foi entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Você estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu, bem como foi possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA

Descrição da pesquisa: A pesquisa trata sobre o desenvolvimento e aplicação de uma sequência didática investigativa (SDI) para o ensino-aprendizagem de carboidratos em educação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA), baseada em questões sociocientíficas (QSC) sobre a fraude de méis de abelhas nativas sem ferrão. O seu objetivo principal é compreender como os estudantes constroem significados para o termo “adulteração de méis” a partir da utilização da SDI e, de modo mais específico, avaliara presença de dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais dos conteúdos mobilizados. A investigação foi realizada junto a estudantes do 3º ano da Escola Estadual Lions de Parnamirim, localizada na comunidade São Braz, nas imediações do *campus* sede da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), no bairro de Dois Irmãos, na parte noroeste do Recife, Pernambuco. A pesquisa empírica e qualitativa ocorreu ao longo de catorze aulas, totalizando sete dias, e envolverão atividades na escola e duas visitas à Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), das disciplinas de química e biologia. Os dados dos resultados obtidos foram coletados a partir de: caderno de campo, da professora-pesquisadora; gravações das falas, registros nos “diários do caso” e argumento final para a resolução do caso 3, produzidos pelos grupos de estudantes, utilizando o modelo de argumentação de Toulmin.

Esclarecimento do período de participação dos estudantes envolvidos na pesquisa, início, término e número de visitas para a pesquisa: O período de participação dos estudantes na pesquisa compreenderá o primeiro bimestre do ano letivo de 2025, com um total de 7 encontros. A maioria das atividades foi realizada na instituição de ensino, enquanto as demais ocorrerão no Meliponário do Departamento de Zootecnia da UFRPE e no Laboratório de Ensino do Departamento de Química da UFRPE. No total, estão previstas 14 aulas, cada uma com duração de 50 minutos.

RISCOS diretos para os participantes da pesquisa: Os riscos da pesquisa incluem a possibilidade de danos às diversas dimensões do ser humano, abrangendo aspectos físicos, psíquicos, morais, intelectuais, sociais, culturais e espirituais. Na dimensão física, podem ocorrer acidentes como cortes com vidrarias, queimaduras ou intoxicações químicas; para minimizar esses riscos, foi exigido o uso de EPIs adequados, oferecido treinamento prévio e disponibilizado suporte emergencial, como lava-olhos, chuveiro de emergência e kit de primeiros socorros. No aspecto psíquico, podem surgir estresse ou ansiedade; para preveni-los, foi mantido um ambiente acolhedor e suporte psicológico estará disponível. Em relação aos danos morais e intelectuais, como a violação de privacidade ou uso indevido de dados, foram adotadas medidas como anonimato, confidencialidade e assinatura de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Riscos sociais e culturais foram mitigados por meio do respeito às características e contextos dos participantes, enquanto possíveis impactos à dimensão espiritual foram evitados garantindo que nenhum procedimento contrarie crenças ou valores individuais. Caso algum dano ocorra, foram providenciados atendimento médico ou psicológico imediato, registro do incidente, ações reparadoras, além de reforço das medidas preventivas para evitar recorrências. Essas estratégias buscam garantir a segurança, o respeito e a integridade dos participantes ao longo de toda a pesquisa.

BENEFÍCIOS diretos e indiretos para os participantes da pesquisa: A pesquisa traz benefícios significativos, tanto para os alunos participantes quanto para a comunidade em geral, ao ampliar o conhecimento científico, promover o aprendizado prático e contribuir com soluções para problemas relevantes na área estudada. Além disso, os resultados da pesquisa foram amplamente divulgados aos participantes, de forma clara e acessível, garantindo o retorno das informações obtidas. Você não pagará nada e nem receberá nenhum pagamento para ele(a) participar desta pesquisa, pois deve ser de forma voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente, dele(a) decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial. Se houver necessidade, as despesas para a participação foram assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento com transporte e alimentação). Os dados coletados foram armazenados de maneira segura por um período mínimo de cinco anos, utilizando sistemas protegidos por criptografia e com acesso restrito à equipe responsável pela pesquisa, garantindo a confidencialidade e integridade das informações. Essas medidas refletem o cuidado em assegurar um impacto positivo da pesquisa, respeitando a segurança e os direitos dos envolvidos, ao mesmo tempo que se gera conhecimento com relevância para a sociedade.

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa CEP/UFRPE no endereço: Rua Manoel de Medeiros, S/N Dois Irmãos – CEP: 52171- 900 Telefone: (81) 3320.6638 / e-mail: cep@ufrpe.br (1º andar do Prédio Central da Reitoria da UFRPE, (ao lado da Secretaria Geral dos Conselhos Superiores). Site: www.cep.ufrpe.br.

Marlene Barbosa Vieira

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO PARTICIPANTE DA PESQUISA

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, responsável por _____, autorizo a sua participação no estudo: UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA SOBRE CARBOIDRATOS NA QUÍMICA ESCOLAR, COM FOCO EM QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS ENVOLVENDO FRAUDES EM MÉIS DE ABELHAS NATIVAS SEM FERRÃO., como voluntário (a). Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pelo pesquisador sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

Local e data _____

Assinatura do responsável

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do participante da pesquisa. (02 testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

APÊNDICE D – CARTA DE ANUÊNCIA



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL**

CARTA DE ANUÊNCIA PARA AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA

Imo Sr.

Solicitamos autorização institucional para realização da pesquisa intitulada "Uma abordagem investigativa sobre carboidratos na química escolar, com foco em questões sociocientíficas envolvendo fraudes em méis de abelhas nativas sem ferrão.", a ser realizada na Escola Lions de Parnamirim, por Marlene Barbosa Vieira, mestranda do Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI)/UFRPE e pesquisadora responsável, sob orientação do Prof. Dr. Cristiano de Almeida Cardoso Marcelino Júnior, com o objetivo de compreender como um grupo de estudantes constrói significados para o termo "adulteração de méis" a partir da utilização de uma Sequência Didática Investigativa (SDI) sobre a fraude de méis de abelhas nativas sem ferrão na abordagem do conteúdo carboidratos. Ao mesmo tempo, pedimos autorização para que o nome desta instituição possa constar na versão final do texto dissertativo, bem como em futuras publicações na forma de artigo científico.

Ressaltamos que os dados coletados foram mantidos em absoluto sigilo de acordo com a Resolução do Conselho Nacional de Saúde (CNS/MS) 466/12 que trata da Pesquisa envolvendo Seres Humanos. Salientamos ainda que tais dados sejam utilizados tão somente para realização deste estudo. Na certeza de contarmos com a colaboração e empenho desta gestão, agradecemos antecipadamente a atenção, ficando à disposição para quaisquer esclarecimentos, que se fizerem necessários.

Recife, de _____ de
2024.

Assinatura da Pesquisadora

Assinatura do Orientador

Assinatura do gestor da escola

APÊNDICE E – TERMO DE COMPROMISSO E CONFIDENCIALIDADE

Título do projeto: Uma abordagem investigativa sobre carboidratos na química escolar, com foco em questões sociocientíficas envolvendo fraudes em méis de abelhas nativas sem ferrão.

Pesquisador responsável: Marlene Barbosa Vieira

Instituição/Departamento de origem do pesquisador: Universidade Federal Rural de Pernambuco/ Departamento de Química - PROFQUI

Telefone para contato: (81) 99877-3359

E-mail: prof.marlene.vieira@colegioctm.com.br

A pesquisadora do projeto supramencionado assume o compromisso de:

- Garantir que a pesquisa só foi iniciada após a avaliação e aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/UFRPE e que os dados coletados foram armazenados pelo
- período mínimo de 05 anos após o término da pesquisa;
- Preservar o sigilo e a privacidade dos voluntários cujos dados foram estudados e divulgados apenas em eventos ou publicações científicas, de forma anônima, não sendo usadas iniciais ou quaisquer outras indicações que possam identificá-los;
- Garantir o sigilo relativo às propriedades intelectuais e patentes industriais, além do devido respeito à dignidade humana;
- Garantir que os benefícios resultantes do projeto retornem aos participantes da pesquisa, seja em termos de retorno social, acesso aos procedimentos, produtos ou agentes da pesquisa;
- Assegurar que os resultados da pesquisa foram anexados na Plataforma Brasil, sob a forma de Relatório Final da pesquisa;

Recife, _____ de _____ de 20

Assinatura Pesquisadora Responsável

APÊNDICE F – CASOS E AS RESPECTIVAS QUESTÕES NORTEADORAS PARA SUAS DISCUSSÕES

Caso 1 (caso do mel de uruçú-nordestina)

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?

Caso 2 (caso do mel de jataí)

Uma pessoa, por indicação de um parente meliponicultor, toma diariamente uma porção de mel de abelha jataí (*Tetragonisca angustula*), após o café da manhã. Esse mel vem direto do meliponário desse parente, localizado em uma cidade da Paraíba, que também se localiza na Zona da Mata. Ao receber em sua casa a visita de uma amiga da família, que também é meliponicultora, ele ouviu o seguinte comentário:

- Compadre, esse mel de jataí tá muito ralo e pouco doce: é batizado! Pode jogar tudo fora.

Que recomendação você daria esse consumidor de mel de jataí? Explique as razões que lhe fizeram tomar essa decisão.

Questões norteadoras para discussão dos casos

1. Que conhecimentos científicos, técnicas e tecnologias são relevantes para compreender e agir sobre esse caso?
3. Quais os condicionantes e impactos sociais e ambientais relacionados ao consumo do consumo de méis de abelhas nativas?
4. Quais as possíveis interações ecológicas que as abelhas estabelecem com as plantas? Dê alguns exemplos, classificando-os.
5. Qual a relação entre o desaparecimento das abelhas e a queda na quantidade e na qualidade dos alimentos?
6. Há relações entre os problemas que interferem na comercialização desses méis e o declínio nas populações de abelhas no mundo? Justifique.
7. Quais os principais motivos para ações de preservação ou conservação ambiental? Quais os valores que sustentam essas ações?
8. Descreva brevemente as normas legais do seu país para o uso de agrotóxicos.
9. Você acredita ser possível conciliar interesses da natureza não-humana (abelhas, plantas, insetos etc.) com interesses humanos (trabalho, geração de renda etc.)? Justifique.
10. Apresente um argumento para ajudar os vizinhos a dialogarem. Utilize o modelo de Toulmin para auxiliar na organização do argumento.

Caso 3

Imagine que uma pessoa de sua comunidade, que trabalha com a produção e possui um

respeitado produto à venda, diga em uma conversa:

– Minhas abelhas não estão mais produzindo muito mel. A demora de alguns dias no registro tem afetado. A melé tem sido afetada. Mesmo que pareça diminuir a produção será menor. Como as alternativas técnicas permitem alimentar as abelhas com substâncias específicas, esse poderia ser um bom problema para resolver. Mas, considerando que comer com xarope de glicose ou com solução de açúcar de mesa e água mineral. Assim poderíamos ter um mel com as mesmas qualidades e que pudesse ser vendido mais barato.

Um amigo e também criador local de abelhas nativas sem ferro discorda e lhe dá uma sugestão:

– Melhor você alimentar exclusivamente as colônias de abelhas com xarope de mel, com alto teor de frutose, durante o período de coleta de néctar. Como o mel é um produto natural e o seu xarope contém muito açúcar, esse procedimento não interferirá na qualidade do mel. Daí você pode vendê-lo por um preço mais elevado que o cobrado por um produto comum.

1. Que sugestão você daria para resolver esse problema? Justifique sua decisão, com base em conhecimentos científicos e em tecnologias.
2. Explique por que você agiu assim, com base em conhecimentos de ética.
3. Quais as consequências socioambientais da decisão que você tomou?

ANEXO C - MATERIAIS DISPONIBILIZADOS PARA OS ESTUDANTES

Material sugerido para estudos sobre abelhas nativas sem ferrão

Título	Autores	Fonte
Biologia da Polinização	André Rodrigo Rech e colaboradores (organizadores)	Disponível em: http://www.mma.gov.br/publicacoes/biodiversidade/category/57-polinizadores?download=1076:biologiada-polinizacao Acessado em 12 de abril de 2022.
Agricultura e Polinizadores	Associação Brasileira de Estudos das Abelhas (A.B.E.L.H.A.)	Disponível em: http://www.abelha.org.br/publicacoes/ebooks/Agricultura-e-Polinizacao.pdf Acessado em 12 de abril de 2021.
Guia Ilustrado de Abelhas Polinizadoras no Brasil	Cláudia Inês da Silva e colaboradores	http://www.mma.gov.br/publicacoes/biodiversidade/category/57-polinizadores?download=1042:guiailustrado-de-abelhas-polinizadoras-nobrasil Acessado em 12 de abril de 2022.
A iniciativa brasileira de polinizadores e os avanços para a compreensão do papel dos polinizadores como produtores de serviços ambientais.	IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; SARAIVA, A. M.; GONÇALVES, L	Biosci. J., Uberlândia, v. 23, Supplement 1, p. 100-106, Nov. 2022.
As populações humanas em áreas naturais protegidas da Mata Atlântica	DIEGUES, A. C.	Disponível em: < http://nupaub.fflch.usp.br/sites/nupaub.fflch.usp.br/files/color/Conflitos na MataAtlantica.pdf > Acessado em 12 de abril de 2022.
Os serviços ecológicos da mata atlântica	TONHASCA JR, A.	Ciência Hoje, v. 35, n. 205, p. 64-67, 2004.
Abelhas sem ferrão: a biodiversidade invisível.	LOPES, M.	Disponível em: < http://www.agriculturesnetwork.org/magazines/brazil/4-criacao-de-pequenosanimais/abelhas-sem-ferrao-a-biodiversidade-invisivel/at_download/articloe_pdf > Acessado em 12 de abril de 2022.
Abelhas sem ferrão: muito mais do que uma importância econômica	SILVA, Wagner Pereira; PAZ, J. R. L.	Natureza on line , v. 10, n. 3, p. 146-152, 2012. https://www.researchgate.net/profile/Joicelene-Paz/publication/282861548_Abelhas_sem_ferrao_muito_mais_do_que_uma_importancia_economica/links/561fe47108aea35f267e10fa/Abelhas-sem-ferrao-muito-mais-do-que-uma-importancia-economica.pdf Acessado em 12 de abril de 2022.

Meliponicultura – A importância da meliponicultura para o país.	KERR, W.E.	Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento, v.1, n.3, p.42-44, 1997.
Criação de abelhas indígenas sem ferrão.	VENTURIERI, G. C.	EMBRAPA Amazônia Oriental. 55p. 2008

Materiais indicados para estudos sobre composição química e fraudes do mel

Título	Autores	Fonte
Mel: parâmetros de qualidade e suas implicações para a saúde.	MEIRELES, SAMUEL; CANÇADO, ISABELLA ANTÔNIA CAMPOLINA	SYNTHESIS Revistal Digital FAPAM , v. 4, n. 1, p. 207-219, 2013. Disponível em: https://periodicos.fapam.edu.br/index.php/synthesis/article/view/70/66 Acessado em 12 de abril de 2022.
Mel: fraudes e condições sanitárias	CANO, Cristiane B. et al.	Revista do Instituto Adolfo Lutz , v. 52, n. 1-2, p. 1-4, 1992. Disponível em: https://periodicos.saude.sp.gov.br/index.php/RIAL/issue/view/2594/382 Acessado em 12 de abril de 2022.
Qualidade físico-química de mel de abelha <i>Apis mellifera</i> de diferentes floradas	GARCIA, Lorena Natalino Haber et al.	Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal , v. 12, n. 1, p. 11-20, 2018. Disponível em: http://www.higieneanimal.ufc.br/seer/index.php/higieneanimal/article/view/423 Acessado em 12 de abril de 2022..
Avaliação da qualidade físico-química do mel comercializado na cidade de Crato, CE	DE ARAÚJO, Dyalla Ribeiro; DA SILVA, Roberto Henrique Dias; DOS SANTOS SOUSA, Jonas.	Revista de Biologia e Ciências da Terra , v. 6, n. 1, p. 51-55, 2006. Disponível em: https://www.redalyc.org/pdf/500/50060108.pdf Acessado em 12 de abril de 2022.
Fraude Alimentar: análise dos resultados obtidos de amostras não conformes do gênero alimentício Mel.	SANTOS, Margarida Maria Duarte dos et al.	Dissertação de Mestrado. 2017. Disponível em: https://recil.ensinolusofona.pt/handle/10437/8125 Acessado em 12 de abril de 2022.
Avaliação da ocorrência de fraude em amostras de mel de abelha comercializadas em mercados públicos da cidade do Recife.	SÁ, Ana Alice de Souza Leal Numeriano et al.	Disponível em: https://tcc.fps.edu.br/handle/fpsrepo/346 Acessado em 12 de abril de 2022.
Pesquisas de fraudes em méis no estado do Pará, Brasil.	SILVA, J. B. et al.	Ars Veterinaria , v. 36, n. 4, p. 230-235, 2020. Disponível em: http://arsveterinaria.org.br/ars/article/view/1353 Acessado em 12 de abril de 2022.

Material sugerido para estudos sobre o mel de abelhas nativas sem ferrão

Título	Autores	Fonte
Mel com biodiversidade	LOREZON, M. C. A.; MORGADO, L. N.	Ciência Hoje, v. 42 n. 249, p. 65-67, 2008.
Valor nutricional do mel e pólen de abelhas sem ferrão da região amazônica	SOUZA, Rosa Cristina da Silva et al.	Acta Amazonica , v. 34, p. 333-336, 2004. Disponível em: http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewArticle/120 Acessado em 12 de abril de 2022.
Manual tecnológico: mel de abelhas sem ferrão.	VILLAS-BÔAS, Jerônimo.	Disponível em: http://www.berigan.com/ambiente/assets/Mel-de-abelhas-sem-ferrao-mel008_31.pdf Acesso em 20 de nov. de 2012.
Caracterização dos méis de meliponíneos no Brasil: situação atual e perspectivas.	SOUZA, B. DE A.,	Embrapa Meio Norte, Núcleo de Pesquisas com Abelhas. Disponível em:< http://www.xibla.com.br/PDF/Bruno%20Souza.pdf >Acessado em 12 de abril de 2022.
Mel de abelhas sem ferrão: proposta de regulamentação.	CAMARGO, Ricardo Costa Rodrigues de; OLIVEIRA, Karen Linelle de; BERTO, Maria Isabel.	Brazilian Journal of Food Technology, v. 20, 2017. Disponível em: https://www.scielo.br/j/bjft/a/zbF939YW7rMVB8vL6GWRPc/?format=html&lang=pt Acessado em 12 de abril de 2022.
Determinação de parâmetros de qualidade de mel de abelhas sem ferrão utilizando ferramentas quimiométricas.	ÁVILA, Suelen	Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Setor de Tecnologia. Universidade Federal do Paraná, Curitiba. Acessado em 12 de abril de 2022.
Valor nutricional do mel e pólen de abelhas sem ferrão da região amazônica.	SOUZA, Rosa Cristina da Silva et al.	Acta Amazonica , v. 34, p. 333-336, 2004. Disponível em: https://www.scielo.br/j/aa/a/qnVznKLVgZpzx4T7mBr7Pqh/abstract/?lang=pt Acessado em 12 de abril de 2022.

Material sugerido para estudos sobre testes para reconhecimento de carboidratos

Título	Autores	Fonte
Carboidratos	POMIN, Vitor Hugo; MOURÃO, P. A. S.	Ciência Hoje , v. 35, n. 233, p. 24-35, 2006. Disponível em:
Carboidratos: Estrutura, Propriedades e Funções.	JUNIOR, Wilmo E. Francisco.	Química nova na escola-Conceitos científicos em destaque , n. 29, 2008 Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc29/03-CCD-2907.pdf Acessado em 12 de abril de 2022.
Sobre a Nomenclatura de Carboidratos	BRACHT, Fabrício; DE ALENCASTRO, Ricardo B.	Revista Virtual de Química , v. 3, n. 4, p. 353-358, 2011 Disponível em: http://static.sites.sbq.org.br/rvq.sbq.org.br/pdf/v3n4a10.pdf Acesso em 20 de nov. de 2012
Glicose, uma Biomolécula Fascinante: História, Propriedades, Produção e Aplicação	SILVA, R. O.; FREITAS FILHO, J. R.; FREITAS, JCRD.	Rev Virt Quim , v. 10, p. 875-91, 2018. Disponível em: http://static.sites.sbq.org.br/rvq.sbq.org.br/pdf/v10n4a11.pdf Acessado em 12 de abril de 2022.
Sacarose, suas propriedades e os novos Edulcorantes	MANHANI, Tatiana Monique et al.	Revista Brasileira Multidisciplinar , v. 17, n. 1, p. 113-125, 2014. Disponível em: https://revistarebram.com/index.php/revistauniara/article/view/12 Acessado em 12 de abril de 2022.
Análise de carboidratos como proposta de ensino de química.	AGUIAR, Ludimila Klippel et al.	Brazilian Journal of Development , v. 6, n. 9, p. 64388-64394, 2020 Disponível em: https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/16021 Acessado em 12 de abril de 2022.

Material sugerido para estudos sobre conteúdos em nutrição, ética e economia

Título	Autores	Fonte
Conceituando e medindo segurança alimentar e nutricional	KEPPLE, Anne Walleser; SEGALL-CORRÊA, Ana Maria.	Ciência & Saúde Coletiva , v. 16, p. 187-199, 2011. https://www.scielo.org/article/csc/2011.v16n1/187-199/ Acessado em 12 de abril de 2022.
Contaminação do mel: a importância do controle de qualidade e de boas práticas apícolas	MEDEIROS, Deusa; DE SOUZA, Marina Figueiredo.	Atas de Ciências da Saúde , v. 3, n. 4, 2015. Disponível em: http://revistaseletronicas.fmu.br/index.php/ACIS/article/view/1073 Acessado em 12 de abril de 2022.
A sustentabilidade como um valor.	BERGAMASCHI, Joice Duarte Gonçalves; AROSEMENA, Rebeca Isabel Muñoz; GOMES, Sergio Alves.	Revista Eletrônica Direito e Política , v. 13, n. 3, p. 1428-1457, 2018 Disponível em: https://periodicos.univali.br/index.php/rdp/article/view/13724 Acessado em 12 de abril de 2022.
Sustentabilidade e Ética: Um debate urgente e necessário	GARCIA, Denise Schmitt Siqueira.	Revista Direitos Culturais , v. 15, n. 35, p. 51-75, 2019.
Antropocentrismo, sencientismo e biocentrismo: perspectivas éticas abolicionistas, bem-estaristas e conservadoras e o estatuto de animais não-humanos	FELIPE, Sônia T.	Páginas de Filosofia , v. 1, n. 1, p. 2-30, 2009. Disponível em: https://www.metodista.br/revistas/revistas-metodista/index.php/PF/article/view/864 Acessado em 12 de abril de 2022.
Viabilidade econômica da produção de mel: análise comparativa entre duas espécies de abelhas como fonte de renda da agricultura familiar.	CLEMENTE, Sarah Haline et al.	Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2019. Disponível em: https://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/2061 Acessado em 12 de abril de 2022.
O comportamento do consumidor de mel: um estudo exploratório.	ZAMBERLAN, Luciano; SANTOS, DM dos.	Revista de Administração e Ciências Contábeis , v. 5, n. 10, p. 45-50, 2010. Disponível em: https://www.bage.ideau.com.br/wp-content/files_mf/4d4d0fc34b02f107358a0ce5f14dfc0b87_1.pdf Acessado em 12 de abril de 2022.

APÊNDICE G –AUTOAVALIAÇÃO E AVALIAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

AUTOAVALIAÇÃO E AVALIAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

1 Sobre seu desempenho e de sua equipe nas atividades:

1.1 Você participou de reuniões extraclases (presenciais ou virtuais) com sua equipe? () Sim () Não

1.2 Você estudou, fora da sala de aula, alguns assuntos referentes à solução do caso das abelhas? () Sim () Não

Se sim, quais assuntos/temas?

Se não, por quê?

1.3 Como você avalia seu comportamento em relação ao grupo e à turma? Coloque para cada proposição - nos parênteses - uma nota de 0 a 10.

() Consegui expressar claramente minhas ideias e opiniões sobre os assuntos abordados.

() Selecionei e li materiais que auxiliaram o desenvolvimento da solução para o caso das abelhas.

() Administrei meu tempo para o cumprimento de tarefas semanais.

() Compreendi a necessidade de uma postura ativa para um adequado aprendizado individual

() Atuei ativamente para o desenvolvimento coletivo.

() Respeitei diferentes opiniões e valores de meus colegas.

() Fui responsável com as metas estabelecidas e os objetivos da equipe.

() Compreendi a necessidade de colaboração mútua para a realização de um objetivo em comum.

() Fui educado(a) nas interações com minha equipe e com a turma.

() Compartilhei conhecimentos e experiências prévias relacionados aos assuntos abordados.

() Discuti diferentes pontos de vista (tanto de autores/obras quanto de membros da equipe). Comentários:

1.4 Qual a nota que você atribui a seu desempenho nas atividades? Atribua uma nota de 0 a 10.

() Comentários:

2 Em relação ao trabalho em sua equipe: (marque mais de uma alternativa, se desejar)

2.1 Qual sua opinião sobre a interação, a participação e a contribuição dos outros membros da equipe, de forma geral, durante a realização das atividades relacionadas à solução do caso das abelhas?

() Estimulante () Produtiva () Suficiente () Confortável () Irrelevante ()
Desconfortável () Insuficiente () Desnecessária () Outros

Comentários:

2.2 Como você avalia os momentos de discussões com sua equipe?

() Interessantes () Estimulantes () Produtivos () Suficientes () Cansativos
() Monótonos () Insuficientes () Desnecessários () Outros

Comentários:

2.3 Como você avalia a administração de tempo e a responsabilidade da equipe para a solução do caso?

3 Sobre as aulas expositivas e os professores: (marque mais de uma alternativa, se desejar)

3.1 Qual sua opinião sobre as discussões em geral, em sala de aula?

() Interessante () Estimulante () Aplicadas para a realidade () Cansativa ()
Monótona () Irrelevantes () Outros _____

Comentários:

3.2 Como você avalia a exposição e a discussão dos conteúdos pelos professores?

() Interessante () Estimulante () Produtiva () Suficiente () Necessária () Cansativa ()
Monótona () Irrelevante () Insuficiente () Desnecessária () Outros

Comentários: _____

4 Sobre o caso das abelhas e sua resolução: (marque mais de uma alternativa, se desejar)

4.1 Qual sua opinião sobre o caso apresentado para o contexto brasileiro?

() Interessante () Estimulante () Relevante () Pouco aplicado () Irrelevante () Difícil ()
Outros _____

Comentários:

4.2 Quais foram as principais dificuldades no desenvolvimento da solução para o caso?

4.3 Como você avalia a solução encontrada pelo seu grupo para o caso apresentado?

Satisfatória Relevante Produtiva Insuficiente Pouco relevante

Fraca Outros _____

Comentários:

4.4 Qual sua opinião sobre o uso da argumentação para organizar e defender

ideias? Interessante Importante Útil Simples Irrelevante

Desnecessário Complicado Inútil Outros _____

Comentários:

4.5 Você conseguiu aplicar a rotina dos sete passos para se organizar

individualmente e enquanto equipe?

Sim Não Houve alguma dificuldade? (Comentários)

5 Sobre as atividades relacionadas aos casos 1 e 2:

5.1 As atividades realizadas contribuíram para seu crescimento e sua aprendizagem profissional e pessoal? Comente. _____

5.2 Qual sua opinião geral sobre o uso de casos para o aprendizado?

Obrigada pela participação!

**ANEXO E - MATRIZ PARA COLETA DE COMPONENTES DAS RELAÇÕES
CTSA ASSOCIADOS COM A QSC DE CADA CASO.**

E l e m e n t o s d a s r e l a ç õ e s e n t r e C T S A	C	Conhecimentos Científicos sobre:
	T	Técnicas e Tecnologias de:
	S	Diálogos e ações sobre:
	A	Diálogos e ações sobre:

ANEXO F – ATIVIDADES EXPERIMENTAIS PARA ANÁLISE DE ADULTERAÇÃO DE MÉIS

Reação de Fiehe:

A reação de Fiehe com resorcina em meio ácido serve para indicar a presença de substâncias produzidas durante o superaquecimento de mel (onde o produto perde algumas propriedades) ou a adição de xaropes de açúcares.

Materiais:

- Mel de abelha
- Éter etílico
- Solução de Resorcina
- Béquer
- Tubo de ensaio

Procedimento:

Para essa análise pese 5 g de amostra de mel em um béquer de 50 mL, após isso, adicione 5 mL de éter e agite. Transfira a camada etérea para um tubo de ensaio e adicione 0,5 mL de solução clorídrica de resorcina. Deixe a solução em repouso por 10 minutos. Nesta análise quando na presença de glicose comercial ou de mel superaquecido, aparecerá uma coloração vermelha intensa, indicando a fraude (BRASIL, 1981).

Reação de Lugol:

A reação de Lugol mostra se houve adição de amido e/ou dextrinas ao mel.

Materiais:

- Mel de abelha
- Água
- Solução de Lugol
- Béquer

Procedimento: Pese 10 g da amostra de mel em um béquer de 50 mL. Adicione 20 mL de água e agite. Deixe as triplicatas no banho-maria à 100°C por 1 hora e em seguida refrigere à temperatura ambiente. Após isso adicione 0,5 mL da solução de Lugol. Na presença de glicose comercial ou xaropes de açúcar, a solução fica colorida de marrom avermelhada a azul (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

Reação de Lund:

A reação de Lund é aplicável em amostra de mel e indica a presença de albuminoides, proteína natural presente apenas em méis de abelha, onde méis artificiais não os possuem, assim a ausência de albuminoides indica fraude.

Materiais:

- Mel de abelha (3 tipos)
- Água
- Solução de ácido tânico 0,5%
- Proveta

Metodologia:

Pese, cerca de 2 g de mel de cada amostra de mel, em triplicata. Transfira para uma proveta de 50 mL, com tampa, com o auxílio de 20 mL de água. Adicione 5 mL de solução de ácido tânico 0,5% e avolume com água até completar 40 mL. Agite. Deixe as amostras em repouso por 24 horas. Assim na presença de mel puro, forma-se um precipitado no fundo maior que 0,6 mL (BRASIL, 1981).

Perguntas que foram utilizadas pela professora-pesquisadora nas atividades

Perguntas de problematização: Por que isso acontece? Como explicar isso/esse fenômeno?;

Perguntas sobre dados: O que acontece quando você/ se faz ...? O que foi importante para que isso acontecesse? Como isso se compara a ...?

Perguntas exploratórias sobre o processo: O que você acha disso? Como foi que isso funciona? Como chegou a essa conclusão?

Perguntas de sistematização: Você conhece algum outro exemplo para isso? O que disso pode servir para este outro. ?